

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ОБДАРОВАНОЇ ДИТИНИ

В. В. КАМИШИН, О. М. РЕВА

**МЕТОДИ І МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ  
РОЗВИТКОМ АКАДЕМІЧНОЇ ОБДАРОВАНОСТІ**

Монографія

Київ  
2018

УДК 303.732.4:37.015.3

К 18

*Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту обдарованої дитини  
НАПН України (протокол № 11 від 30 листопада 2016 року)*

**Рецензенти:**

**Рябова З. В.**, доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри управління навчальним закладом та педагогіки вищої школи Навчально-наукового інституту менеджменту та психології ДВНЗ «Університет менеджменту освіти» НАПН України;

**Топузов О. М.**, доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України, директор Інституту педагогіки НАПН України

**Камишин В. В., Рева О. М.**

К 18      **Методи і моделі управління розвитком академічної обдарованості : монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. – Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2018. – 266 с.**

Монографія присвячена розв'язанню актуальних питань управління розвитком академічної обдарованості тих, хто навчається, з огляду на кваліметричні показники закономірностей прийняття рішень учасниками навчально-виховного процесу в умовах впливу ризику стохастичного і нестохастичного характеру.

Обґрунтовано методологію та досліджено закономірності вияву основних навчальних домінант як головних чинників мотивації на досягнення успіху / запобігання невдач, а також рівнів домагань як основних системоутворювальних чинників тих, хто навчається, що найкращим чином характеризують адекватність їх самооцінки. Запропоновано низку субмоделей здійснення кваліметрії в процесі розвитку академічної обдарованості старшокласників та оцінено їх ефективність.

Монографія може бути корисною для науково-педагогічних працівників, аспірантів, докторантів, фахівців, які займаються управлінням освітньою діяльністю, а також може бути корисною для методичного забезпечення курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників навчальних закладів.

**ISBN 978-966-2633-98-6**

**УДК 303.732.4:37.015.3**

© Камишин В. В., Рева О. М., 2018

© Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2018

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
-------------	---

### **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КВАЛІМЕТРІЇ В УПРАВЛІННІ НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНИМ ПРОЦЕСОМ**

1.1. Системно-інформаційні основи управління навчально-виховним процесом закладу загальної середньої освіти в науковій літературі .....	7
1.2. Сутність та сучасні особливості кваліметрії в системному управлінні процесом розвитку академічної обдарованості .....	19
1.3. Дидактичні особливості моделей кваліметрії знань .....	35
<i>Висновки до розділу 1</i> .....	57

### **РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СИСТЕМНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КВАЛІМЕТРІЇ В УПРАВЛІННІ НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНИМ ПРОЦЕСОМ**

2.1. Реалізація принципів системності та критеріїв цілеспрямованості в аналізі, кваліметрії та прийнятті рішень у процесі управління навчально-виховним процесом .....	60
2.2. Розробка структурної моделі системно-інформаційної кваліметрії в управлінні навчально-виховним процесом .....	70
2.3. Класифікаційні ознаки проблемних ситуацій і задач прийняття рішень в управлінні навчально-виховним процесом .....	80
2.4. Формалізація ризиків і критеріїв раціональної поведінки для розв'язання проблемних ситуацій у навчально-виховному процесі .....	86
2.5. Застосування системно-інформаційної кваліметрії в управлінні навчально-виховним процесом .....	104
2.6. Застосування методів теорії якості для визначення ефективності шкал кваліметрії навчально-виховного процесу .....	114
<i>Висновки до розділу 2</i> .....	125

### **РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКИХ КВАЛІМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ В УПРАВЛІННІ РОЗВИТКОМ АКАДЕМІЧНОЇ ОБДАРОВАНОСТІ**

3.1. Дидактичні особливості статистично-імовірнісної моделі кваліметрії знань .....	127
3.2. Розробка теоретично-методичного забезпечення кваліметрії рівнів навчальних досягнень .....	133
3.3. Обґрунтування методів, технологій і процедур створення оціночних систем для навчально-виховного процесу .....	141
3.4. Емпіричні моделі кваліметрії та порівняння рівнів навчальних досягнень у різних оціночних системах .....	152
3.5. Дефазифікації бальних шкал для застосування функції бажаності Харрінгтона під час отримання інтегрованої оцінки академічної обдарованості .....	164
3.6. Розробка та застосування нечітких моделей управління навчально-виховним процесом .....	172
<i>Висновки до розділу 3</i> .....	183

### **РОЗДІЛ 4. МЕТОДОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ТА ВИКОРИСТАННЯ КВАЛІМЕТРИЧНИХ МОТИВАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ В УПРАВЛІННІ НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНИМ ПРОЦЕСОМ**

4.1. Обґрунтування системи мотивів учасників навчально-виховного процесу .....	185
4.2. Розробка теоретичних моделей мотиваційного вибору учасників навчально-виховного процесу в умовах ризику .....	190
4.3. Побудова емпіричних оціночних функцій основних навчальних домінант учасників навчально-виховного процесу .....	202
4.4. Побудова емпіричних моделей рівнів домагань учасників навчально-виховного процесу .....	209
4.5. Розробка загального алгоритму врахування основних домінант і рівнів домагань в управлінні організацією особистісно-орієнтованого навчання .....	218
<i>Висновки до розділу 4</i> .....	221

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	222
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	226

## ВСТУП

Докорінні зміни, що відбуваються в соціально-економічному житті України, вимагають кардинальних інноваційних нововведень в усіх галузях діяльності вітчизняного суспільства, зокрема в науці й освіті. Нині освіта стає одним із визначальних чинників відтворення продуктивних сил суспільства, розвитку науки та духовної культури українського народу, запорукою майбутніх успіхів у процесі зміцнення й утвердження авторитету України як суверенної, демократичної та правової держави.

Переорієнтація національної системи освіти на нові концептуальні засади, її європейський вектор передбачає відведення пріоритетної ролі управлінню, яке, відповідно до принципів сталого розвитку, має забезпечити якість освіти та конкурентоспроможність закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) шляхом застосування інноваційних стратегій. Актуальним стає пошук і розроблення нових інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), науково-методичного інструментарію для підвищення якості навчання та виховання молоді – складової концептуальних підходів до вдосконалення системи національної освіти загалом.

У Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 р. також зазначено, що пріоритетом розвитку освіти є впровадження ІКТ і створення системи інформаційно-аналітичного забезпечення у сфері управління навчальними закладами. Це спонукало до розв'язання проблеми ефективного управління навчально-виховним процесом (НВП) за допомогою аналітичних та оцінювальних технологій. Внаслідок чого встановлено, що ефективність НВП визначається його кваліметричними показниками, системою управління та прийняття рішень, а забезпечується за допомогою сучасних інформаційних технологій (ІТ), які використовуються.

Питанням управління в системі освіти приділено чимало уваги. Про це свідчать праці таких відомих науковців, як В. Алфімов, Є. Березняк, В. Биков, В. Бондар, Т. Борова, Г. Дмитренко, Л. Даниленко, Г. Єльнікова, Л. Калініна, Ю. Конаржевський, О. Касьянова, Н. Кузьміна, В. Луговий, В. Маслов, А. Моїсєєв, В. Олійник, В. Пікельна, М. Поташнік, З. Рябова, Л. Сергєєва, С. Сисоєва, В. Сухомлинський, П. Третьяков, П. Худомінський, Є. Хриков, Є. Чернишова, Р. Шакуров, Г. Шамова та ін., які присвячені розкриттю сутнісних аспектів і механізмів управління соціально-педагогічними системами. Проблеми кваліметрії загалом і в освіті зокрема досліджували В. Аванесов, Г. Азгальдов, А. Суббето, М. Челишкова (Російська Федерація), О. Ануфрієва, Т. Борова, С. Вольянська, М. Євтух, О. Касьянова, М. Костюченко, Е. Лузік, В. Мельник, Л. Одерій, Г. Полякова, Е. Райхман, Н. Розенберг, Л. Хведченя, В. Циба, Н. Шевченко та ін.

Застосування системно-інформаційні та кібернетичних методів у педагогічному менеджменті потрібно вважати необхідною умовою забезпечення якості освіти. Це відкриває перспективи для використання в дослідженнях широкого спектра різноманітних математичних методів. Питанням розроблення методів і технологій системно-інформаційної підтримки зазначених процесів кваліметрії, управління та прийняття рішень у дидактиці присвячено праці вітчизняних і зарубіжних вчених (А. Ашеров, Е. Бабуров, О. Буров, Б. Герасимов, В. Марігодов, Д. Новиков та ін.). Їхні дослідження сприяли позитивним зрушенням та оптимізації управління НВП, у тому числі й ЗЗСО. Однак результати відповідних досліджень не було розглянуто системно з єдиних методологічних позицій і не було узагальнено. Це створило проблеми для вдосконалення управління НВП у вітчизняних навчальних закладах, що певним чином гальмує їх розвиток. Також існують суттєві невідповідності між вимогами суспільного розвитку та станом освіти України, адекватним науковим й інформаційним забезпеченням НВП, що певним чином зумовлено суперечностями між:

- швидким розвитком педагогічних технологій та недостатнім їх упровадженням в управлінську діяльність навчальних закладів різних типів;
- швидким розвитком педагогічних технологій та недостатнім їх упровадженням в управлінську діяльність навчальних закладів різних типів;
- необхідністю прийняття незалежних, об'єктивних, обґрунтованих рішень і професійною підготовкою аналітиків (експертів), залучених до прийняття таких рішень;
- реалізацією компетентнісного підходу до формування сучасного фахівця та відсутністю дієвих механізмів кваліметрії та моніторингу компетенцій соціально-особистісного змісту;
- рівнем важливості наукового здобутку в управлінні НВП, отриманого за допомогою системно-інформаційної кваліметрії та усвідомленням необхідності її застосування в діяльності навчальних закладів.

Таким чином, усунення сформульованих суперечностей шляхом подальшого розвитку методології системно-інформаційної кваліметрії в управлінні НВП в Україні є об'єктивною необхідністю та важливим чинником підвищення його якості.

---

## **РОЗДІЛ 1**

### **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КВАЛІМЕТРІЇ В УПРАВЛІННІ НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНИМ ПРОЦЕСОМ**

#### **1.1. Системно-інформаційні основи управління навчально-виховним процесом закладу загальної середньої освіти в науковій літературі**

Розбудова національної системи освіти та її переорієнтація на нові концептуальні засади зумовлює необхідність кардинальних змін у діяльності навчальних закладів. Визначальну роль в цьому контексті відіграє управління, що має забезпечити якість освіти та конкурентоспроможність навчального закладу на засадах інноваційних стратегій відповідно до принципів сталого розвитку [319].

Питанню управління в системі освіти приділено чимало уваги. Праці таких відомих науковців, як В. Алфімов, Є. Березняк, В. Бондар, Т. Борова, Г. Дмитренко, Л. Даниленко, Г. Єльнікова, Л. Калініна, Ю. Конаржевський, О. Касьянова, Н. Кузьміна, В. Луговий, В. Маслов, А. Моїсєєв, В. Олійник, В. Пікельна, М. Поташнік, З. Рябова, Л. Сергєєва, С. Сисова, В. Сухомлинський, П. Третьяков, П. Худомінський, Є. Хриков, Р. Шакуров, Г. Шамова, присвячені розкриттю сутнісних аспектів і механізмів управління соціально-педагогічними системами.

Аналіз наукових здобутків із проблем наукового обґрунтування управління в освіті засвідчує багатогранність підходів до визначення як наукових основ управління, так і механізмів здійснення цього процесу. Можна констатувати, що на сучасному етапі немає єдиного, вичерпного визначення поняття «управління» загалом і «управління в освіті» зокрема. Більшість науковців, спираючись на довідкову літературу, визначають це поняття як вид людської діяльності, що спрямований на забезпечення функціонування та розвитку керованого об'єкта і базується на управлінських процесах і знаннях про них, їх організацію та засоби перебігу.

У наукових джерелах, присвячених питанням освіти, термін «управління» почали вживати у другій половині 70-х рр. ХХ ст., замінивши ним термін «керівництво». Тоді під впливом ідей теорії соціального управління (В. Афанасьєва, Д. Гвішіані та ін.) [29; 92] та широкого застосування кібернетики розпочався поступовий перехід від традиційного школознавства до розроблення засад шкільного управління.

У філософському словнику зазначено, що управління є елементом, функцією організованих систем різної природи: біологічних, соціальних, технічних. Управління забезпечує збереження їх певної структури, підтримку режиму діяльності, реалізацію програми та цілей діяльності [500]. Загальними функціями управління є: підтримання й оптимізація системних характеристик, свідомий вплив на внутрішні та зовнішні (стосовно системи) процеси, цілепокладання, регулювання, облік.

У тлумачному словнику поняття управління визначено як керівництво будь-чєю діяльністю [568]. Психологічна енциклопедія дає таке тлумачення: «управління – це процес впливу суб'єкта на ту чи іншу систему, що забезпечує її цілеспрямований розвиток, збереження або видозміну структури, підтримку або зміну режиму діяльності, реалізацію програм і цілей» [368]. У книзі «Основи менеджменту» її автори, М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоурі зазначають, що управління – це процес планування, організації, мотивації та контролю, необхідний для формування та досягнення мети організації [302].

Такі вчені, як В. Бурков, Н. Коргін, Д. Новіков зазначають, що управління – це вплив на керовану систему з метою забезпечення її необхідної поведінки. Ці автори вважають, що якщо управління – це діяльність, то здійснення цієї діяльності є функцією керівної системи, процес управління відповідає процесу діяльності, а керований вплив – її результату тощо. Тобто головним чинником функціонування організаційних систем управління є організація діяльності [70; 71; 329]. Натомість Г. Гольдштейн визначає суть управління як вплив однієї особи або групи осіб (менеджерів) на інших осіб для спонукання дій, що відповідають досягненню поставлених цілей під час прийняття на себе менеджерами відповідальності за результативність впливу. Для цілей нашого дослідження важливим є виокремлені ним три аспекти управління [105]:

- інституціональний (суб'єкт та об'єкт управління);
- функціональний (процес цілеспрямованого впливу суб'єкта управління та наслідки цього впливу для об'єкта управління);
- інструментальний (механізм та інструменти впливу).

Низка дослідників визначає управління як систему цілеспрямованого впливу на керований об'єкт і як механізм безперервного процесу забезпечення мети діяльності організації [223].

Отже, можна дійти висновку, що в науковій літературі поняття «управління» розглядають як системну діяльність, як керуючу систему, як об'єкт управління, як процес впливу, як функцію тощо. Варто зазначити, що управління є складним багатогранним явищем і залежить від об'єкта управління. Ми погоджуємося з авторами посібника «Наука управління загальноосвітнім навчальним закладом» стосовно того, що



відсутність єдиної думки щодо тлумачення цього поняття можна пояснити тим, що управління має міждисциплінарний характер. [362].

Розглянемо сутнісні аспекти управління в освітніх системах. Дослідження питань управління в освіті висвітлено у працях В. Бондаря, Т. Десятова, Г. Єльнікової, О. Коберника, В. Маслова, В. Олійника, О. Орлова, Є. Павлютенкова, В. Пікельної, Т. Рабченюка, І. Раченка, М. Сунцова, Є. Хрикова та ін. Аспекти психології управління сучасною освітою України було досліджено у працях С. Максименка, В. Моляко, Л. Карамушки та ін. [213; 237; 276].

Науковці В. Крижко та Є. Павлютенков визначають управління як цілеспрямований вплив на систему, її компоненти та процеси для підвищення ефективності функціонування [242]. На думку М. Сунцова, управління в освіті – це науково обґрунтований вплив на вчителів, батьків і громадськість, здійснюваний через планування, організацію, контроль та координацію їх діяльності [10].

Дослідник П. Третяков визначає управління як системний процес мотивування, планування, організації, виконання, контролю та регулювання, що дає змогу сформулювати та досягти цілей організації [489]. Наприклад, Л. Тарасова, В. Шкатулла [493; 525] та ін. наголошують на тому, що управління постає цілеспрямованою та чітко скоординованою діяльністю різних суб'єктів управління, яка формує управлінську систему. Разом із тим В. Кноррінг, В. Лазарєв і Г. Щокін [60; 223; 253] зазначають, що у процесі управління керівник може безпосередньо керувати або використовувати інші (опосередковані) способи впливу на підлеглих, які не вичерпуються прямими наказами та розпорядженнями.

Визначаючи суть управління в освітніх системах, науковці стверджують, що це – різновид соціального управління, що притаманний лише системним об'єктам. Зазначена теза обґрунтовується тим, що метою управління постає впорядкування системи в межах визначених параметрів, що відповідають певним критеріальним обмеженням. Вплив на керовану систему здійснюється шляхом сприйняття, осмислення і перероблення інформації, застосування зворотного зв'язку між входом і виходом системи. Система управління має дві підсистеми: керуючу (суб'єкт управління) та керовану (об'єкт управління). Наприклад, Г. Єльнікова на засадах аналізу наукових джерел визначає, що провідними характеристиками управління є:

- наявність керуючої та керованої підсистем;
- вплив на керовану підсистему зовнішнього і внутрішнього середовища;
- вплив на керовану підсистему для зміни її стану або поведінки залежно від зміни обставин з метою забезпечення її ефективного функціонування та розвитку.

Безсумнівно, ми погоджуємося з таким розумінням поняття «управління». Адже в освіті управління відбувається в системі «людина – людина» і постає особливим видом людської діяльності в умовах постійних змін внутрішнього та зовнішнього середовищ. Цей вид діяльності забезпечує цілеспрямований вплив на керовану систему для збереження та впорядкування її в межах заданих параметрів відповідно до закономірностей її розвитку та дії механізмів самоуправління [144].

Досліджуючи соціально-етичні проблеми управлінської діяльності, К. Грищенко визначає управління як вид діяльності, що характеризується взаєминами людей, які встановлюються в процесі вироблення, прийняття та реалізації управлінських рішень [472].

Сучасні дослідження В. Зверєвої, В. Семенова [157; 455] та ін. доповнюють поняття «управління». На думку науковців, це процес вироблення, прийняття та реалізації управлінських рішень. Як процес, управління є способом, технологією, методикою, механізмом здійснення послідовної зміни у часі стану, стадій, етапів розвитку керованої системи, а також комплекс дій керівника та педагогічного колективу для досягнення цільових результатів НВП.

Отже, управління в освіті визначають як процес прийняття та реалізації управлінських рішень. Він є інформаційним процесом, засадами якого постає рух інформації під час управлінської діяльності за прямими та зворотними каналами. Змістом управління є вплив керівної системи на керовану з метою забезпечення її функціонування у межах заданих параметрів і переведення в якісно новий стан для досягнення поставленої мети діяльності.

Розглянемо управління ЗЗСО загалом і НВП зокрема. Провідні аспекти цієї діяльності розглядали у своїх працях такі вчені, як В. Андрущенко, Л. Білий, Я. Болубаш, Ю. Вигівська, О. Галус, В. Гладкова, М. Євтух, Л. Кайдалова, С. Калашнікова, О. Кириченко, В. Кремень, К. Левківський, В. Луговий, С. Ніколаєнко, О. Співаковський, Т. Сущенко, М. Степко, Ю. Федотова, А. Харківська, В. Шинкарук та ін.

Відповідно до Закону України «Про загальну середню освіту», ЗЗСО – це окремий вид установи, яка є юридичною особою приватного чи публічного права, діє згідно з виданою ліцензією на провадження освітньої діяльності на певних рівнях загальної середньої освіти, проводить наукову, науково-технічну, інноваційну та/або методичну діяльність, забезпечує організацію освітнього процесу і здобуття особами загальної середньої освіти з урахуванням їхніх покликань, інтересів і здібностей [152]. НВП у середній школі забезпечує цілеспрямовану підготовку до вибору майбутніх професій. Отже, навчально-виховний (освітній) процес є основою діяльності ЗЗСО, спрямований на реалізацію основних компонентів

змісту освіти. Управління НВП у ЗЗСО спрямовується на забезпечення якості освітнього процесу та надання якісних освітніх послуг.

Науковець Я. Болнобаш зазначає, що навчальний процес у ЗЗСО – це система організаційних і дидактичних заходів, які спрямовані на реалізацію змісту освіти на певному освітньо-кваліфікаційному рівні відповідно до державних стандартів освіти [55].

Аналізуючи НВП, В. Бондар звертає увагу на те, що у процесі суспільного розвитку навчання перетворилося на окремий, специфічний вид суспільної діяльності – оволодіння соціальним досвідом. Автор стверджує, що під час навчання формується взаємодія між трьома об'єктами: учителем, учнем і навчальним матеріалом. Науковець розрізняє процес навчання та навчальний процес. Процес навчання В. Бондар визначає як цілеспрямовану, послідовно організовану взаємодію вчителя й учнів, що опосередкована змістом діяльності, під час якої розв'язуються завдання освіти, виховання та загального розвитку дітей. Навчальний процес науковець тлумачить як спеціально організоване та доцільно кероване навчання в певному навчальному закладі за чітко визначеним обсягом змісту освіти, погодженою діяльністю учасників навчального процесу, що здійснюється в установленому порядку та режимі за різними формами проведення (денна, вечірня, дистанційна, екстернатна) [56; 57].

Водночас Л. Коробович, спираючись на праці провідних науковців, узагальнює, що НВП є певною взаємодією між викладанням (діяльність науково-педагогічного працівника, педагога), учінням (діяльність студента, учня) і змістом освіти. Вона зазначає, що зміст освіти є часткою соціального досвіду; навчальним матеріалом, навчальною інформацією певної навчальної дисципліни – курсу. Передача цього соціального досвіду відбувається шляхом змін у знаннях, навичках, вихованості та розвитку учнів. Змінюється в цьому процесі й педагог, його діяльність, уточнюються цілі, методи, форми тощо. З огляду на це, НВП можна розглядати як зміну фазового стану системи діяльності учасників цього процесу у просторі навчального середовища. Цілеспрямоване управління вищезазначеними змінами сприятиме забезпеченню результативності діяльності навчального закладу загалом і результативності НВП зокрема [60].

Системно вивчаючи процес навчання в контексті системного підходу О. Андреев акцентує увагу на трьох дефініціях, які є визначальними в його характеристиці: процес, взаємодія (управління), педагогічна система. Дослідник пропонує таке тлумачення: навчання – це цілеспрямований, спеціально організований процес, що відбувається у соціально-педагогічній системі і визначає взаємодію того, хто навчає, з тим, хто навчається [18]. Тому цей процес обов'язково необхідно розглядати у динаміці взаємозв'язку всіх компонентів системи.

Отже, управління НВП ЗЗСО – це управління змінами в системі діяльності учасників цього процесу (суб'єкта й об'єкта управління). Для здійснення цього необхідно знати, які зміни відбуваються, як їх заміряти і як на них впливати [41].

Дослідниця І. Анненкова зазначає, що для управління НВП у ЗЗСО необхідно мати систему отримання інформації про його результативність, щоб бачити відхилення або динаміку в цьому процесі [19].

Наголосимо, що існує особливість управління НВП ЗЗСО, яка виявляється в тому, що ЗЗСО за своєю суттю є відкритою соціально-педагогічною системою, а управління такою системою передбачає взаємодію суб'єкта (адміністрація ЗЗСО, педагогічні працівники, вихователі, учні) та об'єкта (педагогічні працівники, вихователі, учні) управління. Особливість такого роду управління полягає в тому, що за ієрархічною структурою управління одна й та сама людина може бути водночас об'єктом (стосовно вищих органів, осіб) і суб'єктом управління (стосовно нижчих органів, осіб). Тобто у процесі організації управління НВП у ЗЗСО необхідно враховувати вищезазначену специфіку соціально-педагогічних систем [84; 94; 235; 360].

Провідним в управлінні НВП є отримання інформації. Ми погоджуємося із думкою науковців, які стверджують, що керівник зобов'язаний мати професійні навички управління інформацією для ефективної організації власної роботи. При цьому він має розподіляти роботу таким чином, щоб отримувати максимально структуровану інформацію в динамічному вигляді, що дає змогу бачити певні тенденції розвитку підрозділу або усього ЗЗСО загалом [170]. Для цього доцільно використовувати теорію рішень, яка дозволяє виявляти найкращі зі спектру можливих альтернатив і має застосування в економіці, менеджменті, когнітивній психології, інформатиці та обчислювальній техніці [14; 22; 77; 155 та ін.].

З метою визначення системно-інформаційних основ управління НВП ЗЗСО та розгляду закономірностей вибору людьми інформації необхідно окреслити процес прийняття рішення суб'єктами управління. Для забезпечення успішності прийняття управлінського рішення використовують так звану концепцію максимізації корисності. Теорія корисності є складовою частиною теорії прийняття рішень, яка прагне пояснити поведінку раціонального індивіда через використання понять «корисність» та «максимізація корисності» [218; 228; 501; 503].

Згідно з цією теорією, індивіди й організації (суб'єкти управління), відповідно до наявної інформації, максимізують як корисність (*utility*), так і прибуток (*profits*). Попри всю обмеженість цієї теорії (не завжди зрозуміло, що таке корисність, чому людина прагне її максимізувати тощо), її концепції виявилися плідними, і нічого кращого досі не винайдено.

Однак зазначена максимізація залежить від концепції раціональності (rationality), яка часто піддавалася сумнівам, але поняття максимізації виявилось надзвичайно корисним у практичному житті насамперед тому, що дало змогу застосовувати різноманітні математичні методи [218; 228; 255; 501; 503].

Розглянемо суть цієї теорії й етапність прийняття рішення, що детально описано у праці «Введення в теорію управління організаційними системами» [70]. Нехай є один суб'єкт управління, який може вибирати інформацію (дії)  $u$  з деякої множини. Припустимо, що переваги цього суб'єкта управління описуються функцією корисності  $u(y): A \rightarrow R^1$ , або цільовою функцією, функцією уподобання (будемо використовувати ці терміни як синоніми), яка відображає множини його дій (альтернатив)  $A$  на числову вісь  $-R^1$ . Значення цієї функції дають змогу порівнювати різні альтернативи.

З наведеного витікає, що якщо взяти деякі дві допустимі дії, то кращою буде та, яка зумовлює більше значення функції корисності  $u(y)$ . Таким чином, суб'єкт управління буде максимізувати свою корисність та проводити вибір із множини вибору, що є множиною максимумів його цільової функції, яка має такий вигляд:

$$P(u(y), A) = \max_{y \in A} \arg u(y). \quad (1.1)$$

Отже, множина варіантів вибору суб'єкта управління залежить від його переваг  $u(y)$  і від тієї множини  $A$ , з якої він здійснює вибір.

Припущення, що суб'єкт управління обирає інформацію (дію) з множини вибору, тобто прагне максимізувати власну цільову функцію, називають гіпотезою раціональної поведінки, яка полягає в тому, що суб'єкт управління обирає з урахуванням усієї наявної у нього інформації найкращу, на його думку, допустиму альтернативу, тобто ту, на якій досягається максимум його цільової функції [70; 228; 314].

Описуючи модель поведінки суб'єкта управління, варто наголосити, що на нього можна впливати як через його цільову функцію, так і через ті множини, з яких він робить вибір.

Зазначимо, що більшість досліджень процесів прийняття рішень спрямовані на реалізацію цілісного підходу до вивчення людської поведінки як когнітивного процесу на засадах аналізу структури діяльності й елементів мислення, а також структурних зв'язків між ними. З урахуванням важливості прийняття рішень, науковці намагаються досягти системного та цілісного розуміння НВП відповідно до аналізу окремих елементів його структури та множини зв'язків між ними. Результати досліджень реалізуються під час організації НВП, розроблення та

реалізації заходів, спрямованих на забезпечення позитивних результатів НВП. Це пов'язано з тим, що впродовж останніх десятиліть збільшується клас завдань, які формуються в системах управління НВП.

Науково-педагогічний працівник закладу вищої освіти або шкільний вчитель постійно приймають рішення щодо розв'язання різних проблем. У разі системного дослідження процесу прийняття рішень можна використати диспозиційну модель у системах управління.

У НВП за організаційним принципом виокремлюють об'єкт спостереження та зовнішнє середовище. Тому постає проблема їх адекватного поєднання з урахуванням невизначеностей в оцінці та виборі оптимальних рішень. У контексті наших досліджень складною є система управління НВП, де на науково-педагогічного працівника/вчителя покладено обов'язок прийняття рішення щодо управління НВП. Таким чином, науково-педагогічний працівник/вчитель – це головна ланка, без якої неможливе функціонування системи управління НВП і досягнення його мети [198; 228; 349].

Під час дослідження НВП необхідно зважати на концепцію А. Леонтєва щодо загальної психологічної структури трудової діяльності людини. Згідно з нею, для такої діяльності характерною є спрямованість на досягнення визначеної мети. Тому в процесі вивчення структури професійної діяльності науково-педагогічного працівника/вчителя чи будь-якої людини, яка приймає рішення в освітній системі, необхідно чітко визначити загальні та проміжні цілі, досягнення яких забезпечить ефективність НВП. Такий принцип допоможе визначити вимоги до професійної підготовки, особистісних якостей, психологічного стану тощо, що гарантують позитивне виконання обов'язків. Вищенаведене є суттєвим для розв'язання питання щодо ділення функцій, що було б доцільним та ефективним.

Отже, початковою умовою успішного прийняття рішень учасником НВП є вибіркове сприйняття характеристик освітньої системи. Потрібно уважно сприймати, аналізувати й узагальнювати інформацію для того, щоб своєчасно орієнтуватись у стані системи. Наступний крок діяльності людини, яка приймає рішення під час управління НВП, – це організація отриманої інформації в систему пов'язаних характеристик, у результаті чого синтезується інтегративний (цілісний), чітко диференційований образ або модель проблемної ситуації. Після цього відбувається вибір стратегії управління, що підкріплено практичними діями, пов'язаними з регулюванням та управлінням НВП. Попри різний характер цих дій, вони є реалізацію відпрацьованих програм регулювання та управління НВП. Заключним етапом постає здійснення контролю запланованих операцій [121; 387].

Під час управління НВП існує реальна можливість виникнення несекарних проблем, які можуть призвести до небажаного його завершення. У процесі розв'язання проблемних ситуацій необхідно використовувати

програму та визначені заздалегідь і відомі алгоритми дій. Застосовується не лише апостеріорний підхід, що характеризується прийняттям рішення, з урахуванням досвіду та навичок, а й проактивний (превентивний), коли проблеми формулюються та вирішують задовго до їх можливого виникнення. Під час прийняття рішення необхідно мати додаткову інформацію про переваги і пріоритети учасника НВП, його ставлення до ризику, інтересів інших суб'єктів. У процесі управління НВП унаслідок дії чинників ризику, що провокують небажану ситуацію, прийняття обгрунтованих (раціональних) рішень набуває творчого характеру, виявляються евристичні розумові прийоми. Тому максимальній алгоритмізації процесу прийняття рішень у нетипових умовах буде сприяти якісне інформаційне забезпечення. Рекомендації (тобто допомога у процесі вибору раціональних рішень, особливо в умовах ризику) мають надаватись з урахуванням психологічної домінанти людини, яка приймає рішення. Необхідно акцентуватися й на вияві системи пріоритетів (переваг) на множині професійних ситуацій вибору, а також рівнях домагань [132; 198; 425].

Невизначеність компонентів моделі проблемних ситуацій під час управління НВП призводить до необхідності розглядати задачі прийняття рішень у контексті системного підходу. Причому вирішення більшості цих задач є багатокроковим процесом, який підлягає вертикальній і горизонтальній декомпозиції, що визначає логічну організацію процесу дослідження та прийняття рішень. В її основі міститься загальносистемний принцип зовнішнього доповнення.

Процес прийняття рішення в управлінні НВП має ієрархічний характер (вертикальна декомпозиція), тобто відбувається послідовне використання інформації від системних рівнів, що умовно поділені на нижні та вищі [198; 403; 409; 502]. У табл. 1.1 описано особливості кожного рівня ієрархії прийняття рішення.

Іноді немає сенсу створювати складні стохастичні чи нечіткі моделі, а доцільно обмежитися лише загальними аналітичними моделями та застосовувати методи оптимізації. Такі моделі вважають концептуальними.

На операційному рівні, коли визначено цілі та умови функціонування підсистем, раціональною постає логіка розвитку управлінських дій, адже вона враховує додаткові чинники, а також будується більш складна модель для оцінювання ефективності виконання завдань підсистемами НВП. Результатом цього етапу є узагальнений опис підсистем і засобів досягнення мети, формулювання загальних вимог до якості їх елементів. Моделі, які використовують на операційному рівні, зазвичай реалізуються у вигляді складних імітаційних засобів.

Рівень детального дослідження передбачає створення математичних, фізичних і натурних моделей елементів підсистем для аналізу їх якості

та ефективності. На цьому етапі оперують фактичним матеріалом, застосовуючи методи планування експерименту, математичної статистики тощо. Тому моделі цього рівня є статистичними.

Таблиця 1.1

**Ієрархія рівнів прийняття рішень**

Рівень прийняття рішення	Об'єкт дослідження	Мета дослідження	Модель	Показники та критерії ефективності
1	2	3	4	5
	Система	Аналіз концепцій проведення операцій в НВП. Визначення переліку підцилей і задач, підсистем, умов їх функціонування. Формування «обліку» системи	Аналітична	Ступінь досягнення мети. Критерій придатності. Критерій адаптивності
	Підсистема	Аналіз способів виконання завдань підсистемами. Визначення узагальненого обліку підсистем і засобів, загальні вимоги до якості елементів	Імітаційна	Ступінь виконання задач підсистемами. Критерій придатності. Критерій оптимальності
	Елемент	Детальний аналіз якості елементів	Статистична	Показники якості елементів. Критерій оптимальності

Універсальність вертикальної декомпозиції управління НВП полягає в тому, що за виявом недоліків у процесі функціонування системи може відбуватися корегування рішень, прийнятих раніше, за рівнями в напрямку «згори вниз», а також уточнення відомої інформації та дослідження процесу за допомогою руху «знизу вгору», що забезпечує несуперечливість нової інформації для прийняття рішень.

Цілі та завдання кожного рівня вертикальної декомпозиції можуть бути розв'язані в разі, якщо має місце динамічна властивість, за допомогою якої інформаційне забезпечення ділиться за рівнем надання переваг (рис. 1.1).



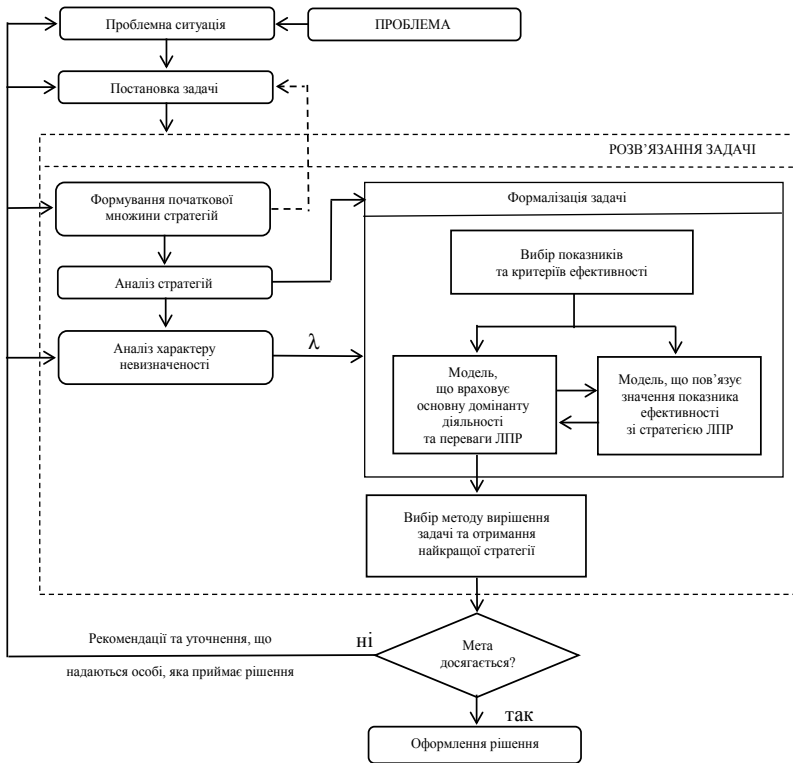


Рис. 1.1. Алгоритм процесу прийняття рішення на рівні вертикальної декомпозиції

Узагальненою властивістю концептуального прийняття рішення є «потенційна ефективність», що постає відображенням якості розв'язання складної ситуації. Процес прийняття рішення як логічна послідовність дій на вищезгаданих рівнях, пов'язаних єдиною метою, передбачає етапи, показані на схемі відповідного процесу на рівні вертикальної декомпозиції. Зазначимо, що відповідальність за рішення несе людина. Їй належить право остаточного вибору стратегії. У разі ефективного функціонування системи управління якістю освіти у ЗЗСО буде забезпечено високоякісну підготовку компетентних фахівців; поліпшення системи управління його структурними підрозділами.

Отже, ми розглянули питання інформаційної основи управління НВП ЗЗСО. Однак необхідно окреслити і системну основу цього процесу. Аналізуючи наукові джерела, можна дійти висновку, що науковці приділяють

недостатньо уваги адаптації методів системного аналізу для потреб управління НВП. Доведено, що для ефективного функціонування ЗЗСО необхідно створити таке освітнє середовище, яке б забезпечувало задоволення потреб споживачів освітніх послуг, що надає заклад, та його конкурентоспроможність на ринку освітніх послуг. Сприяття цьому можна шляхом побудови системи управління навчальним закладом взагалі й НВП зокрема на засадах системного та синергетичного підходів, центральним поняттям яких є категорія «система». Ми розглядаємо систему як стійку сукупність залежних взаємопов'язаних елементів, спільне функціонування яких спрямовано на досягнення мети [553]. Як соціально-педагогічна система, ЗЗСО є відкритою освітньою системою, що за своєю суттю постає самопідтримуючою системою, яка регулює власне існування через обмін інформацією із зовнішнім середовищем за допомогою вхідних/вихідних інформаційних потоків. Така система складається з реально наявного комплексу чинників, спеціально створених для реалізації соціальних функцій освіти [257].

Відкриті освітні системи мають дві характерні ознаки – внутрішнє та зовнішнє середовище, які обмінюються інформацією та перебувають у перманентній взаємодії.

Згідно з дослідженнями Р. Акоффа, «система – це сукупність двох або більше елементів, що мають відповідати таким вимогам:

- 1) поведінка кожного елемента впливає на поведінку цілого;
- 2) поведінка елементів та їх вплив на ціле взаємозалежні;
- 3) за наявності підгруп елементів, кожна з них впливає на поведінку цілого, проте жодна з них не чинить такого впливу незалежно;
- 4) кожна частина системи має якості, що втрачаються, якщо її відокремити від системи;
- 5) кожна система має суттєві якості, що відсутні в її частинах».

Існують інші визначення, відповідно до яких, система – це «будь-який об'єкт, або сукупність взаємодіючих об'єктів різної природи, що має яскраво виражену “системну” властивість емерджентності, яку не має жодна з частин системи за будь-якого способу ділення та яка не виводиться з властивостей частин» [141]. Таке визначення з урахуванням [9; 228; 314] розкриває властивість, важливу для дослідження соціальних систем взагалі й соціально-педагогічних зокрема, а саме – елементи системи можуть мати різну природу. Саме до такого класу змішаних систем належить і система управління НВП ЗЗСО.

Зазначимо, що однією з головних характеристик освітніх систем є те, що вони ґрунтуються на теорії складності, оскільки,

*по-перше*, освітні системи є нелінійним і мультиплікативним переплетенням зворотних зв'язків, які отримуються засобами інформаційних каналів від інших освітніх систем;

*по-друге*, такі нелінійні системи зворотного зв'язку здатні діяти в стані стабільної та нестабільної рівноваги чи на межі цих станів, тобто в стані нерівноваги;

*по-третьє*, успіх освітньої системи полягає в її діяльності на межі стабільності та нестабільності;

*по-четверте*, рушійні сили успішності діяльності освітньої системи полягають, також в урахуванні відповідного провідного досвіду, що може набути форми архетипів.

Освітні системи, які ґрунтуються на синергетичному підході мають певний понятійний апарат. Наприклад, А. Євдотюк вказує на такі дефініції цього апарату: випадковість як атрибут розвитку; атрактор; біфуркація; порушення симетрії; нерівноважність; нелінійність; нова впорядкованість через флуктуації; стріла часу. До яких, вважаємо доцільним додати ще й дефініцію «невизначеність (fuzzy)» – теж як атрибут розвитку).

Наголосимо, що в контексті синергетичного підходу освітні системи мають механізм онтогенезу (внутрішня програма системи) і філогенезу (програма зміни системи). Ці механізми визначають розквіт/занепад освітньої системи або вихід її на новий рівень через точку біфуркації, де стан системи нестійкий і певною мірою підпадає під різні впливи. Таке роздвоєння (біфуркація) надає системі можливість залишитися на старому рівні розвитку або вийти на якісно новий.

Отже, системно-інформаційні засади управління НВП ЗЗСО ґрунтуються на наукових засадах теорії управління, управління в освіті, управління закладом вищої освіти. Провідною в управлінні НВП ЗЗСО є побудова цього процесу на засадах системного та синергетичного підходів. Суб'єкт управління використовує теорію прийняття управлінських рішень. Однак у реальності суб'єкти взаємодії в управлінні НВП не приділяють належної уваги процесу прийняття рішень, зокрема внаслідок дії в їх уяві принципу «плоского максимуму» [526]. У подальших підрозділах нами буде розглянуто діяльність учасників НВП як безперервний процес прийняття рішень щодо забезпечення якості НВП. Буде розкрито також суть та особливості використання кваліметрії в системному управлінні НВП ЗЗСО.

## **1.2. Сутність та сучасні особливості кваліметрії в системному управлінні процесом розвитку академічної обдарованості**

В управлінні НВП у ЗЗСО значущості набуває забезпечення якості освіти. Загальна середня освіта спрямована на підготовку майбутніх фахівців, які забезпечать зміцнення науково-технічного, інтелектуального та культурного потенціалу країни. З огляду на це, одним з основних

завдань постає забезпечення конкурентоспроможності випускників ЗЗСО, що можливо здійснити шляхом перманентного підвищення якості середньої освіти, забезпечення її відповідності світовим стандартам, поєднання міжнародних орієнтирів, національних і кроскультурних традицій. Для практичної реалізації цього завдання необхідно створити відповідну нормативну базу, а також розробити (адаптувати) оціночні технології якості освіти. З метою ефективного виконання поставленого завдання необхідно постійно оцінювати якість середньої освіти [453; 454; 467].

Якість – це філософська категорія, яка є комплексом істотних ознак об'єкта, що виділяють його і додають йому певну визначеність [500]. Науковці Г. Азгальдов, А. Костин і В. Садовов вважають, що якість – це сукупність усіх тих і лише тих властивостей, які характеризують результати, одержувані під час споживання об'єкта (як бажані, позитивні, так і небажані, негативні), але які не передбачають витрат грошових коштів на його створення та споживання. Тобто до цієї сукупності належать лише ті властивості, які пов'язані з результатом, що досягається під час споживання об'єкта, проте не належать властивості, пов'язані з витратами, що забезпечують цей результат [6; 7].

Дослідниця І. Анненкова стверджує, що якість є визначальною категорією в теорії сучасного управління як організаціями, так і системою освіти. В освіті таке поняття визначають як комплекс властивостей, які характеризують сутність об'єкта та відмінність його від інших [19].

Підвищення якості освіти як головного завдання ЗЗСО стало пріоритетним стратегічним напрямом розвитку загальної середньої освіти наприкінці ХХ століття. На Всесвітній конференції, присвяченій питанням розвитку середньої освіти (Париж, 1998 р.), було зазначено, що якість освіти визначає рівень розвитку країни, забезпечує національну безпеку та сприяє розвитку інтелектуального потенціалу нації [91].

У Національній доктрині розвитку освіти зазначено, що якість освіти є національним пріоритетом і передумовою національної безпеки держави, що забезпечується дотриманням міжнародних норм і вимог законодавства України щодо реалізації права громадян на освіту. На забезпечення якості освіти спрямовано матеріальні, фінансові, кадрові та наукові ресурси суспільства і держави. Висока якість освіти передбачає взаємозв'язок освіти і науки, педагогічної теорії та практики. Якість освіти визначають відповідно до державних стандартів освіти та оцінки громадськістю освітніх послуг [319].

Згідно з Законом України «Про загальну середню освіту», якість загальної середньої освіти – це рівень набутих особою знань, умінь і навичок, інших компетентностей, що відображає її компетентність відповідно

до стандартів середньої освіти [152]. Отже, термін «якість» вжито в документах із питань освіти для визначення стратегічних напрямів її розвитку.

Питанням якості освіти загалом і якості середньої освіти зокрема присвячено праці як зарубіжних, так і вітчизняних науковців: Г. Азгальдова, В. Байденко, В. Болотова, С. Воровщикова, Г. Дмитренко, Н. Єфремова, В. Кальней, Л. Коробович, С. Кретович, С. Ніколаєнка, Т. Лукіна, О. Ляшенко, О. Овчарук, М. Поташніка, В. Приходька, Є. Райхмана, З. Рябової, Н. Селезньової, М. Степка, О. Суббето, Д. Тат'янченкової, С. Шишова та ін.

Проаналізувавши результати їх наукових досліджень, можна дійти висновку, що якість освіти є ключовою категорією у визначенні стратегічної мети та результативності діяльності навчального закладу. На думку Т. Лукіної, з'ясування суті категорії якості освіти загалом та якості кожного освітнього рівня зокрема надає можливість визначити перелік показників і критеріїв оцінювання цієї якості, що формує предметне поле під час створення бази даних інформаційної системи про результати функціонування освітніх систем [268].

Якість визначають у контексті різних підходів. Найчастіше в науковій літературі якість розглядають як відповідність результату вимогам споживача. Той, хто навчається, співвідносить розуміння цього поняття з умовами, що створені у закладі, які дають змогу досягати високих результатів індивідуального розвитку. У контексті соціального управління, якість освіти є системною та багатокомпонентною. Вона має внутрішні та зовнішні властивості. Окрім того, загальна теорія якості визначає, що її об'єктами можуть бути діяльність як самої організації, так і окремих її елементів, процес, результат (продукція), сама організація як система чи будь-яка їх комбінація.

У працях науковців зазначено, що для ефективного управління навчальним закладом загалом і НВП зокрема варто визначити сутнісні показники та критерії категорії якості освіти. Це необхідно для формування інформаційної бази для прийняття рішення щодо подальшого розвитку об'єкта управління. Отже, під час системного управління НВП виокремлюють такі показники якості: якість освітніх систем, якість навчально-виховного процесу, якість навчальних досягнень, якість наукової та інноваційної діяльності в процесі навчання, якість управління освітніми системами [53; 54]. Окрім того, науковці деталізують виокремлення показників якості освіти:

1) зовнішні властивості якості (зовнішня якість): відповідність освітньому замовленню споживачів послуг, що надає навчальний заклад (рівень підготовки випускників);

2) внутрішні властивості (внутрішня якість): якість умов перебігу НВП (рівень фінансового, матеріального, навчально-методичного

забезпечення тощо); якість процесу (рівень компетентності науково-педагогічних працівників/шкільних педагогів, рівень (якість) організації управлінської діяльності та ін.); якість результатів навчально-виховного процесу (рівень навчальних досягнень старшокласників, рівень їх компетентності).

З огляду на теорію соціального управління, можна зауважити, що провідною суттю якості будь-якого об'єкта (предмета) є сукупність його характеристик. Якщо ця сукупність відповідає вимогам, висунутим до нього, то її можна назвати стандартом. Тому якість визначають як відповідність цьому стандарту. На думку В. Лугового, вітчизняні стандарти освіти визначають її структурну рівневу та галузеву організацію (переліки освітніх та освітньо-кваліфікаційних рівнів, напрямів і спеціальностей підготовки), зміст (освітньо-кваліфікаційні характеристики та освітньо-професійні програми) і засоби діагностики засвоєння змісту [267]. Зазначені аспекти можуть бути критеріями під час оцінювання якості освіти шляхом співвідношення наявного стану НВП із бажаним (зі стандартом).

Необхідно наголосити, що забезпечення якості освіти відбувається шляхом створення системи управління на засадах загальноприйнятих (розроблених, адаптованих) стандартів. Тобто якість освіти забезпечується шляхом приведення об'єкта управління до визначеного стандарту.

Побудова ефективної системи управління якістю НВП ЗЗСО передбачає формування еталону якості (стандартизація), порівняння досягнутого рівня навчальних досягнень учнів із еталоном, інтерпретацію результатів і прийняття управлінського рішення щодо мінімізації виявлених відхилень.

Вимоги сьогодення змінили підходи до визначення рівня навчальних досягнень (РНД) тих, хто навчається. Ці підходи зумовили розвиток тестових інструментальних методів й операціоналізованих процедур оцінювання РНД учнів. Вони постають еkleктичним об'єднанням методів і засобів різних видів традиційного контролю з суб'єктивними критеріями оцінювання. Сучасна система оцінювання базується на комплексі науково обґрунтованих показників і критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів [53; 54]. Такий підхід охоплює систему вимірювального інструментарію, стандартизовані процедури, технологію перевірки й оцінювання. Зазначені характеристики належать до теорії кваліметрії, яка передбачає вимірювання якості, про сутнісні ознаки якої йшлося раніше.

Розглянемо суть і сучасні особливості реалізації кваліметрії в системному управлінні НВП ЗЗСО. Термін «кваліметрія» (від латин. *qualitas* – якість та грец. *metreo* – вимірюю) почали вживати в середині 1960-х років. Саме тоді розпочалося становлення кваліметрії як науки. Це пов'язано з тим, що під час прийняття рішень, які стосуються якості про-

дукції, почали застосовувати кількісні методи її оцінки. Основоположником кваліметрії на теренах колишнього СРСР вважають Г. Азгальдова.

У широкому розумінні кваліметрією називають галузь науки, що вивчає методологію та проблематику розробки комплексних кількісних оцінок якості будь-яких досліджуваних об'єктів [3; 7; 58; 101; 168; 293; 306; 333; 462; 476; 510; 513].

Кваліметрія містить взаємопов'язану систему теорій:

*по-перше*, йдеться про загальну кваліметрію, що передбачає розроблення загальнотеоретичних проблем понятійного апарату, виміру, оцінювання, кваліметричного шкалування тощо;

*по-друге*, про спеціальні кваліметрії, що кваліфікуються за видами методів і моделей оцінки якості (наприклад, експертна кваліметрія, імовірно-статистична кваліметрія, індексна кваліметрія, таксономічна кваліметрія тощо);

*по-третє*, предметні кваліметрії, що класифіковані за видами об'єктів оцінювання (кваліметрія продукції – технічних приладів, виробів тощо; кваліметрія послуг; кваліметрія праці; кваліметрія процесів; проектна кваліметрія тощо).

Вітчизняні і зарубіжні науковці цілком закономірно пов'язують проблеми кваліметрії з методологією системного аналізу [198; 219]. Однак головні положення зазначених теорій, результати, що були досягнені в дослідженнях [61; 76; 98; 143; 198; 217; 219; 245; 287; 288; 329; 306; 330; 333; 344; 350; 476; 510; 512 та ін.], досі не узагальнено та не адаптовано для потреб системної кваліметрії в управлінні НВП. Склалася ситуація, коли відповідно до теорії систем і системного аналізу [22; 35; 310; 314; 348; 514 та ін.], застосування основних положень теорії кваліметрії зводиться до розгляду показників і критеріїв якості систем, співвідношення яких є універсальним для будь-яких гуманістичних систем (*табл. 1.2*) [22], а також найбільш поширених шкал кваліметрії.

Активне застосування методів системного аналізу в освіті почалося з 60-х років ХХ ст. [45; 101; 293; 440] після того, як відомий український науковець академік В. Глушков, усвідомивши значущість та перспективність експертних процедур, активно сприяв їх поширенню, що зумовило створення такої нової наукової дисципліни, як педагогічна кібернетика [169]. Системно-кібернетична методологія є базою для проведення ґрунтовного дослідження процесів функціонування складних організаційних соціально-педагогічних систем (*рис. 1.2*) [61; 287].

Застосування методів кваліметрії в освіті називають педагогічною кваліметрією [293; 440; 513]. З огляду на особливу специфіку педагогічної кваліметрії, варто зазначити, що наразі найбільш відомими є дослідження в цьому напрямі вітчизняних науковців Л. Бурлачука [72],

Таблиця 1.2

**Співвідношення понять якості й ефективності систем  
(В. Анфілатов, А. Ємельянов, А. Кукушкін)**

№	Параметр	Якість	Ефективність
1	Визначення поняття	Властивість чи комплекс суттєвих властивостей системи, що зумовлюють її придатність (відповідність) для використання за призначенням	Комплексна операційна властивість (якість) процесу функціонування системи, що характеризує його пристосованість до досягнення мети операції (виконання задачі системи)
2	Сфера застосування	Об'єкти будь-якої природи, зокрема елементи системи	Цілеспрямовані операції, що здійснюються системою
3	Основна характеристика	Сукупність атрибутивних властивостей системи, суттєвих для її використання за призначенням	Ступінь відповідності результатів операції її меті
4	Фактор структурного аналізу	Будова системи (склад і властивості складових частин, структура, організація)	Алгоритм функціонування, якість системи, що реалізує алгоритм, впливи зовнішнього середовища
5	Розмірність	Показник якості – вектор показників суттєвих властивостей	Показники результативності, ресурсоємності й оперативності за результатами операції та за якістю «алгоритму», що забезпечує отримання результатів
6	Спосіб оцінювання	Критерії придатності, оптимальності, переваги	Критерії придатності чи оптимальності, що визначаються залежно від типу операції, що проводиться (детермінована, імовірна чи невизначена)



Рис. 1.2. Основні елементи системно-кібернетичної методології



М. Євтуха та Е. Лузік [143], Л. Одерія [333], О. Рєви [407], Н. Розенберга [440], В. Циби [510] та ін.

Застосування кваліметрії в управлінні освітою ґрунтовно описали й активно впровадили у практику діяльності як ЗЗСО, так і ЗВО такі вітчизняні науковці: О. Ануфрієва, Т. Борова, Г. Дмитренко, Г. Єльнікова, О. Єльнікова, О. Касьянова, С. Кретович, Л. Коробович, В. Лунячек, В. Олійник, Г. Полякова, З. Рябова та ін.

Серед дослідників Російської Федерації варто згадати Л. Ітельсона [169], Л. Фрідмана [506], А. Сохора [471], С. Архангельського [25], В. Аванесова [3], М. Грабаря [121; 122], В. Звонникова та М. Челишкову [158; 512] та ін. Значний внесок у розвиток теорії виміру й оцінювання якості внесла московська школа кваліметрії (Г. Азгальдов [7], А. Гличев і Я. Шор [103] та ін.) і Санкт-Петербурзька школа А. Субетто [476], представники якої запровадили синтетичну теорію кваліметрії. Під керівництвом Л. Тульчина було розроблено статистичний підхід до оцінки якості на базі факторного аналізу, а центр дослідження проблем якості підготовки спеціалістів (Н. Селезньова) працює над теоретичною базою педагогічної кваліметрії та кваліметрії вищої школи тощо.

Традиційно значущими залишаються: праця Дж. Гласа і Дж. Стенлі [101], досягненням якої є визначення методологічних, філософських і психолого-педагогічних основ об'єкта та предмета кваліметрії, характеристик відповідних шкал [22; 101; 196; 198; 280; 306; 348; 440; 476; 478; 499]; доробок литовського вченого Б. Бітінаса [49]; праці А. Анастазі [16], Р. Буша [79], Р. Аткінсона [28]. Однак у визначенні чисельних значень показників якості НВП вищевказані дослідники спиралися лише на «чіткий» статистично-імовірнісний підхід, якому властиві певні недоліки, що не завжди є прийнятним для оброблення якісних експертних оцінок. Методи нечіткої математики [148; 165; 198; 382; 406; 407; 430; 431; 463; 516] відкривають широкі перспективи для моделювання та кваліметрії НВП. До того ж, нами відкидається повністю і згаданий статистично-імовірнісний підхід [16; 45; 72; 79; 101; 108; 169; 198; 293; 306; 330; 344; 434; 440; 479]. Застосовуючи метод розстановки пріоритетів, відомий також як «задача про лідера» [40; 41; 48; 388; 404], можна здійснити ефективну процедуру дефазифікації балів будь-якої оціночної шкали [190; 390; 395], привласнюючи їм відповідні коефіцієнти важливості (бажаності), над якими, на відміну від теперішньої хибної практики оперування з балами, що встановлено у [264; 418; 501], можна робити будь-які математичні перетворення. Це є підґрунтям для модифікації шкали бажаності Харрінгтона і застосування мультиплікативної функції Харрінгтона для отримання інтегральної оцінки РНД учнів, особливо в умовах відсутності об'єктивного тестового контролю знань [209; 211].

В контексті застосування кваліметрії у системному управлінні НВП важливого значення набуває суть самого НВП, який доцільно розглядати як гуманістичну систему. Згідно з визначенням Л. Заде, «гуманістичні – це такі системи, на поведінку яких здійснюють великий вплив судження, сприйняття або емоції людини: економічні системи, правові системи, загальноосвітні системи і тощо. Сама людина та процеси її мислення і прийняття рішень також можуть розглядатись як гуманістичні системи» [148].

Залежно від цілей, яких прагне досягти людина в гуманістичній системі, можна виокремити деяку множину класів гуманістичних систем, з сукупності яких у контексті наших досліджень буде розглядатися освітня гуманістична система, де метою діяльності науково-педагогічного працівника, педагога або педагогічного колективу є передача тим, хто навчається, необхідних знань, умінь та навичок, зокрема вмінь вчитись [116].

Складність і мінливість педагогічних явищ, переважання в дидактичних об'єктах якісних ознак ускладнюють їх дослідження. Однак це не ставить під сумнів принципову можливість отримання об'єктивних результатів виміру досліджуваних дидактичних характеристик й упровадження у НВП відповідних рекомендацій. При цьому ми погоджуємося з Н. Розенбергом, який наголошував на необхідності саме комплексної кваліметрії НВП із застосуванням широкого спектру різноманітних методів: «Ніколи дидактичні виміри не будуть панацеєю від всіх бід, завершеною системою точного знання, в рамках якої можна доволі легко вирішувати складні дидактичні проблеми. Існує один вірний шлях – шлях раціонального синтезу якісного і кількісного аналізу» [440]. Тому під час застосування математичних моделей [72; 101; 108; 143; 198; 306 та ін.] слід враховувати якісну своєрідність дидактичних об'єктів.

В контексті методології системного аналізу учасник НВП має розглядатися в освітянській гуманістичній системі як людина, яка приймає рішення [218; 314]. Якщо йдеться про педагогічного працівника ЗЗСО, то він зобов'язаний опанувати відповідні методи, технології, процедури, алгоритми тощо і повсякденно робити з них адекватний вибір для застосування їх під час виконання професійних обов'язків для формування в учнів властивості едукатії [44; 211; 445; 477].

Процедура виміру характеристик об'єктів НВП є головною проблемою кількісного аналізу людської діяльності в цій сфері. Виміри дають змогу визначити, наскільки проміжні чи кінцеві результати НВП відповідають цілям навчання та виховання, які рішення потрібно прийняти учасникам НВП для більш ефективного досягнення цілей. Без відповідних вимірювальних процедур неможливо підтвердити доцільність використання нового прийому чи методу навчання, доступність навчального

змісту, ефективність нових технічних засобів навчання (ТЗН), навчального плану чи ІТ [181; 440; 540].

Існують різні підходи до використання математичних методів у дослідженні об'єкта психолого-педагогічного вивчення, які вивчає така особлива галузь науки, як математична психологія та педагогіка [16; 72; 101; 108; 143; 198; 296; 306; 330; 344]. Головною метою застосування цих методів є створення формального математичного апарата, придатного для адекватного опису та моделювання дидактичних систем. Необхідно виокремити методи непараметричної статистики, популярність яких полягає в широкому спектрі їх використання, стійкості висновків, простоті математичних засобів [107; 481]. Згідно з результатами досліджень [46; 182; 198; 228; 378; 391; 394], очевидно є можливість (і ефективність) застосування класичних критеріїв прийняття рішень [22; 35; 81; 220; 311; 314; 348; 482] як непараметричних методів побудови системи переваг людини в будь-якій гуманістичній системі. Непараметричні критерії менш трудомісткі, а при невідомих чи далеких від нормального розподілах результатів вимірювань є більш ефективними і точними, ніж параметричні. При цьому єдиною апріорною інформацією вважають інформацію про характер випадкових величин (безперервні вони чи дискретні), а також про тип відмінностей між їх поділами. Як зазначено у праці [273], чимало психологічних і педагогічних досліджень з математичного боку зводяться до вказаного кола питань.

Одним з перших значущих результатів психолого-педагогічної кваліметриї стало дослідження С. Стівенсона в галузі класифікації (типології) основних вимірювальних шкал (номінальні, порядку, інтервалів і відношень). До цих шкал необхідно додати «нечіткі», що формуються методами нечіткої математики [14; 63; 64; 96; 148; 198; 238; 314; 316; 336; 363; 407; 491; 516].

У певний час системний підхід в управлінні НВП став набувати дещо декларативний характер і фактично зводиться до опису шкал вимірювання й обґрунтування можливості застосування певних математичних методів оброблення експериментальних даних [101; 107; 108; 168; 306]. Вищезазначене призвело до таких прорахунків і недоліків (не ранжуючи) [141; 198; 264]:

- 1) перебільшення можливостей експертних оцінок;
- 2) зайве захоплення «здоровим глуздом»;
- 3) нечітка постановка завдання дослідження перед педагогом-експертом і нечіткість самого НВП [197; 198; 204; 387; 414; 494];
- 4) прагнення дотримуватися лише однієї експертної процедури, що відповідає мотиву «зручності» [154; 198; 228; 236; 461; 507];
- 5) невірне розуміння точності експертних оцінок;

- б) зайве захоплення формальними моделями;
- 7) некоректна інтерпретація результатів.

Однак, попри те, що в першій половині 1990-х рр. у країнах СНД інтерес до системного підходу в дидактиці дещо гальмував, наразі він перебуває на стадії відродження, не дивлячись на значну кількість інших дослідницьких програм і підходів, що сформувалися (В. Байденко, О. Заславська, Е. Казакова, І. Котлярова, В. Панасюк, Г. Серіков, А. Суббето та ін.). Популярність системного підходу пов'язана з переосмисленням програми системного дослідження і його методики в контексті інтеграції природничо-наукового та гуманітарного дискурсів у педагогічному дослідженні. Це має вираження в пошуках версій його синтезу з аксіологічним, культурологічним, антропоцентричним, антропологічним, особистісно-орієнтованим та іншими підходами [78; 143; 198]. Наприклад, ідеї синергетики, які набули розвитку в педагогіці у 1990-х рр., розглядали як новий рівень системного мислення, пов'язаний із вивченням стохастично-гуманітарних систем. Проте дослідницька програма синергетики, як і системного підходу, піддається довільному тлумаченню та перетворенню. Це призводить до «повторення того, що пройшли» як відкриттів, так і помилок. Тому звернення до досвіду формування методології системного аналізу в управлінні НВП дає змогу більш повно подати програму системного пошуку, проаналізувавши динаміку системного підходу в педагогічних дослідженнях, а також виявити перспективи та можливості подальшого розвитку методології системного мислення [245].

Здійснивши аналіз термінології та дефініцій, що розкривають особливості та сферу застосування кваліметрії [16; 22; 25; 45; 50; 72; 88; 101; 103; 107; 108; 143; 168; 169; 187; 188; 190; 198; 200; 207; 219; 264; 273; 277; 279; 280; 292; 293; 296; 306; 308; 314; 330; 333; 344; 348; 393; 407; 427; 430; 434; 440; 462; 471; 476; 478; 480; 481; 494; 498; 499; 501; 506; 510; 512591; 513] і системного аналізу [8; 14; 22; 35; 37; 45; 61; 63; 64; 81; 96; 169; 197; 198; 204; 219; 220; 221; 222; 245; 287; 288; 311; 314; 316; 336; 348; 353; 363; 387; 409; 414; 482; 491; 492; 514; 516], можна виділити такі їхні загальні риси та властивості:

- а) спільність підходу до розгляду об'єктів;
- б) поєднання формальних і неформальних методів досліджень;
- в) необхідність розв'язання багатокритеріальних задач прийняття рішень;
- г) використання ієрархічної структури системи критеріїв, а також властивостей і показників якості тощо.

Системний аналіз розглядає об'єкти як складні системи, що характеризуються цілісністю, ієрархічністю та різними типами зв'язків елементів системи між собою і навколишнім середовищем. У кваліметрії якість об'єкта

визначають як сукупність різних властивостей якості. Причому, як і під час здійснення системного аналізу, об'єкт розглядають як цілісне утворення, що має властивості, які не зводяться до суми властивостей елементів, що його утворюють. Ознакою системного аналізу є поєднання формальних (детермінованих/імовірносно-детермінованих/нечітких) і неформальних (евристичних) методів досліджень [87]. Аналогічно в кваліметрії під час вимірювання окремих властивостей якості застосовують як фізичні методи вимірювань (тобто формалізовані за метрологічними нормами та правилами, з використанням технічних засобів вимірювань, процедур обробки результатів вимірювань тощо), так і нефізичні. В останніх засобом вимірювання є педагог-експерт, а процедура оцінювання якості постає суб'єктивною. Проте і в такому випадку (як буде показано нижче) вдається ефективно застосувати низку формальних методів обробки експертної інформації й істотно збільшити точність кваліметричної оцінки, наприклад РНД.

Відмінність між кваліметрією та системним аналізом полягає в тому, що кваліметрія передбачає розв'язання головним чином прикладних, конкретних проблем, які пов'язані з оцінкою якості навчання. Досягнення в сфері кваліметрії використовують в межах системного аналізу. Наприклад, їх успішно застосовують для оцінювання якості управління складним динамічним НВП. Причому кваліметрія та системний аналіз у процесі розв'язання завдань вибору з наявних альтернатив спираються на самостійний науковий напрям – теорію прийняття рішень. У цій теорії разом з формалізованими математичними методами прийняття рішень одне із центральних місць посідає дослідження процесу когнітивного вибору керівником або групою експертів, учасниками НВП варіанта розв'язання проблеми.

Завдання оптимізації процесів управління НВП є багатокритеріальною задачею прийняття рішень [8; 22; 35; 37; 45; 198; 200; 218; 221; 222; 314; 327; 339; 348; 353; 407; 409; 427; 482; 492; 514], а її результат – один із кращих (або прийнятних) серед можливих варіантів, який вибирається шляхом узгодження низки суперечливих критеріїв оцінювання і порівняння альтернатив. Аналогічні проблеми та підходи виникають у кваліметрії, коли необхідно порівнювати дидактичні об'єкти (окремих учнів, класи, школи тощо) за сукупністю різних властивостей якості НВП, обирати якнайкращі проекти серед тих, що конкурують, прогнозувати нові методи, технології навчання та їх показники якості тощо.

Отже, виклики сьогодення вимагають у процесі організації НВП спиратися та враховувати необхідність формування в майбутнього фахівця необхідних йому компетенцій. Запропоноване в європейському проекті TUNING (Налаштування освітніх структур в Європейському просторі вищої освіти) «...поняття компетенцій містить знання й розуміння

(теоретичне знання академічної галузі, здатність знати й розуміти), знання як діяти (практичне й оперативне застосування знань до конкретних ситуацій), знання як бути (цінності як невід’ємна частина способу сприйняття й життя з іншими в соціальному контексті)» [552].

Єврокомісія виокремлює вісім ключових компетенцій, які має опанувати кожен європеець (рис. 1.3) [552]. Орієнтуючись на вищезазначене, МОН України визнало, що підготовку відповідного фахівця потрібно організувати так, щоб забезпечити всебічний розвиток особистості. Причому МОН України зазначає, що поняття «компетенція» містить не лише когнітивну й операційно-технологічну складові (рис. 1.3).

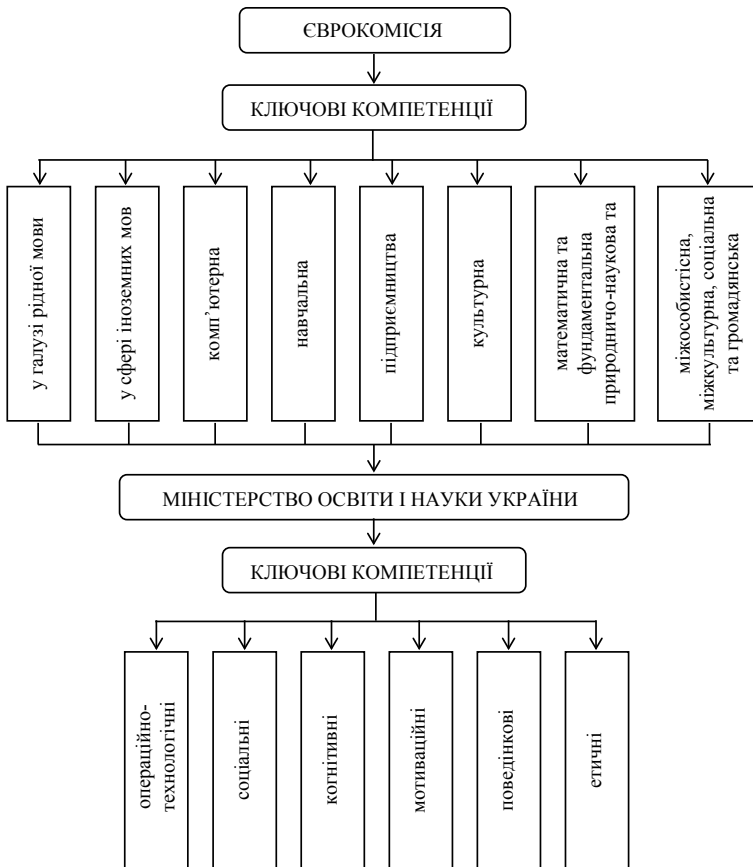


Рис. 1.3. Механізм структуроутворення ключових компетенцій у вітчизняній освітянській системі

Отже, йдеться про узагальнений, інтегративний (цілісний) до понять «знання», «вміння», «навички».

Засобом формування особистості мають стати сучасні освітні інформаційні технології (ІТ), а продуктом діяльності – особистість випускника ЗЗСО, який має бути не лише професійно компетентним, а й мати активну життєву позицію, високий рівень громадянської свідомості, бути компетентним під час розв’язання будь-яких життєвих задач [232].

Варто зазначити, що вищеперелічені ключові компетенції Єврокомісії МОН України диференціювало за двадцятьма складовими. Однак, порівняльний аналіз ефективності організації та проведення НВП з формування цих компетенцій у різних закладах освіти неможливо проводити без їх відповідної кваліметрії, тому що активне впровадження об’єктивного тестового контролю розв’язує проблему оцінки знань, умінь та навичок, однак поза межами аналізу залишається кваліметрія компетенцій соціально-гуманітарного змісту.

Нормативно встановлено, що галузеві стандарти загальної середньої освіти необхідно розробляти з урахуванням компетентнісного підходу, наслідком чого стало проведення значної кількості відповідних досліджень [408; 560; 602 та ін.], що сприяє підвищенню якості підготовки фахівців. Проте досі не розв’язано питання кваліметрії та ефективного порівняння більшості компетенцій, що зумовлює появу певних «хибних ланок» у безперервному ланцюзі вдосконалення НВП.

Здійснюючи аналіз результатів досліджень, поданих у працях [198; 418; 462], які присвячені у тому числі, проблемам НВП з надання вищої освіти, розглянемо найбільш важливі з таких «ланок» (не ранжуючи).

1. Відома кредитна рамка (Credit Frame-work) полегшує вимірювання та порівняння результатів навчання, отриманих у контексті різних кваліфікацій, програм навчання та навчальних середовищ на засадах навчального навантаження тих, хто навчається, але не стосується якості їх методичного й інформаційного наповнення, тому має яскраво виражений механістичний характер.

2. Результати об’єктивного тестового контролю виявляють лише знання репродуктивного характеру, оскільки не розроблено критерії та нормативи формування тестових завдань з чітко визначеним початковим (перцептивно-продуктивним), середнім (репродуктивним), достатнім (конструктивно-варіативним) і творчим змістом. Не встановлено питому «вагу» відповідних питань. Це сприяло виявленню парадоксу «точки, що “блукає” по осі знань» [382].

3. Попри думку творців шкали ECTS, що вона не ґрунтується на будь-якому розподілі результатів навчання, а спрямована лише на визначення

досконалість, насправді йдеться про відомий нормальний закон розподілу рейтингу [16; 72; 101; 108; 143; 198; 306; 479], причому у його не менш відомому «усіченому» варіанті [4]. Дослідження недисциплінованості студентів підтверджують, що відповідні інтегральні оцінки добре описує спадна експонента [198; 389; 436]. Окрім цього, відповідно до даних досліджень І. Рудінського та С. Грушецького, за достатньо великого обсягу тестової вибірки (кількість тестових завдань не менше 50) функції розподілу відповідей випробуваних, які характеризуються різним рівнем знань, тяжіють до цілком визначених законів розподілу [445]. Йдеться про те, що за наявності повних і глибоких знань розподіл відповідей близький до експоненціального з параметром 1, а за практично повної їх відсутності – до експоненціального з параметром 0. Якщо випробуваний демонструє невідмінні, проте рівні та впевнені знання в області покриття тесту, то розподіл його відповідей буде близьким до нормального з вираженим максимумом і відносно невеликою дисперсією, тоді як за наявності значних «білих плям» з окремих тем цей розподіл буде близьким до нормального з розмитим максимумом і великою дисперсією. Однак за спроби вгадування випробуваним правильних відповідей (тобто за їх випадкового вибору) розподіл буде близький до рівномірного.

4. З урахуванням думки більшості вітчизняних учених, МОН України ставиться до шкали ECTS як до звичайної 7-бальної шкали, яка, по суті, є штучною і не забезпечує ефективного порівняння РНД студентів як у прямому, так і зворотному напрямках (рис. 1.2). Адже безперечно:

а) шкала не є симетричною (п'ять позитивних оцінок і дві – негативних);  
б) шкала ECTS робить залежним індивідуальний РНД тих, хто навчається від плідності навчальної діяльності інших членів групи;

в) контингент навчальних потоків формується довільно, їх адекватність за навчальною компетенцією тих, хто навчається, не порівнюють шляхом застосування відомих статистичних процедур, тому студенти, маючи однакову навчальну компетенцію, під час переведення їхнього РНД у шкалу ECTS можуть отримати близькі, але різні оцінки;

г) різні за реальною навчальною компетенцією учні та студенти під час переведення їхнього РНД у шкалу ECTS можуть отримати однакові оцінки;

д) навчальні компетенції тих, хто навчається не є і, за визначенням, не можуть бути сталими, хоча на цьому намагаються наполягати розробники шкали ECTS; на них впливають різні об'єктивні та суб'єктивні чинники, тому вони мають реально змінюватися у часі;

е) за чинною схемою (рис. 1.4) у різних сполученнях порівнюються якісні показники з такими ж якісними, без жодного порівняння кількіс-



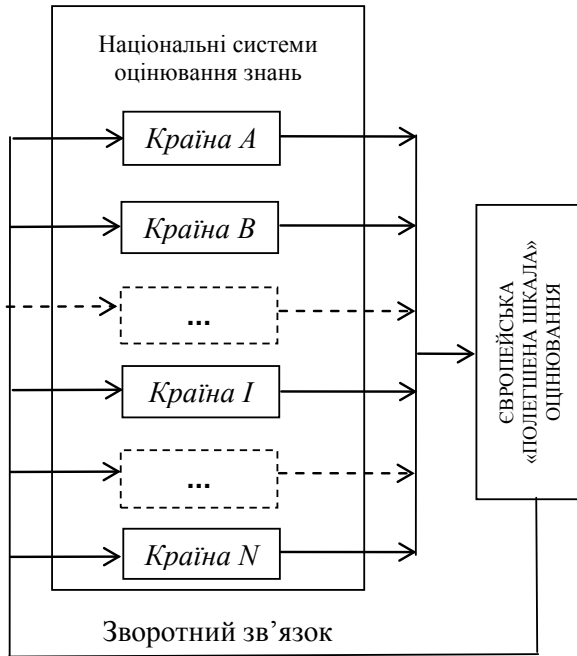


Рис. 1.4. Схема взаємної узгодженості рівнів навчальних досягнень, що визначені у національних системах оцінювання знань

них показників РНД тих, хто навчається, які визначаються за 100-бальною шкалою, що не є досконалою.

5. Відсутні рекомендації щодо отримання узагальненої оцінки навчальної компетентності тих, хто навчається, з усього спектру компетенцій, які мають в них формуватися впродовж навчання, хоча лише їй притаманна системна властивість емерджентності [209; 211; 314; 348; 409]. Ця оцінка дала б змогу з єдиних позицій аналізувати ступінь інтегральної сформованості компетенцій в тих, хто навчається, а отже, ефективність НВП. Однак, діючи рекомендації МОН щодо узагальнення результатів шкільного навчання у результатів зовнішнього незалежного оцінювання розроблені без урахування кваліметричних особливостей 12-бальної шкали, ґрунтуються на адитивному підході і можуть сприяти виникненню так званих статистичних помилок I–II роду, коли реально високий РНД дещо занижується (помилка I роду), або завищується (помилка II роду).

Вкажемо також, що будь-яка навчальна компетенція узагальнює певну кількість складових, що її утворюють. Тому на її аналіз поширюється

сформульований недолік неможливості отримання узагальненої оцінки. Поза увагою дослідників залишилася проблема визначення агрегованої оцінки навчальної компетенції в умовах відсутності об'єктивного тестового контролю знань [209; 211].

У сучасному ЗЗСО одночасно здійснюються три процеси – навчання, виховання та розвиток особистості. Їх поєднання в зарубіжній педагогіці має назву едукатія. Завдання управління освітою полягає в тому, щоб забезпечувати успішну едукатію – єдність трьох напрямів освіти [44; 211; 445; 477]. Якщо едукатія в НВП досягнута, то її можна охарактеризувати через нову властивість, що сформувалася внаслідок об'єднання елементів системи. Звернемо увагу, що емерджентність, як і едукатія, спирається на твердження Г. В. Ф. Гегеля про те, що ціле не є простою сумою його компонентів [93].

6. Оцінювання певних компетенцій, особливо тих, що утворюють «соціально-особистісні компетенції», декларується, але не відбувається за відсутності єдиної методологічної бази їх кваліметрії.

Перелічені недоліки нескладно усунути шляхом застосування методів системного аналізу та прийняття рішень [45; 62; 138; 169; 175; 198]. Адже формування інтегративної (цілісної) оцінки дійсно можна розглядати як розв'язання однокрокової задачі прийняття рішень із векторним показником ефективності [198; 200; 209; 211; 314; 348; 427], а будь-яку величину вимірюваного показника завжди можна оцінити, сформувавши терм-множину відповідної лінгвістичної змінної як шкали оцінювання будь-якої розмірності [148; 165; 198; 314; 407; 431; 463; 516]. І якщо їй за визначеними правилами поставити у відповідність чисельну характеристику виміру, то отримаємо спеціальні функції належності як моделі змішаної нечіткої і чіткої кваліметрії та порівняння досліджуваної компетентності чи їх сукупності, а також виявлення мотивації до навчання шляхом проактивного виявлення відповідних резервів [165; 198; 406; 430].

Особливу увагу необхідно звернути на можливість побудови оціночної функції корисності результатів навчання для учасників НВП [132; 133; 198; 175; 228; 291; 384; 385; 401; 419; 425], що відкриває перспективи для проактивної якісної та кількісної оцінки ставлення до навчання, у тому числі виявлення рівня домагань тих, хто навчається [198; 228; 256; 290; 292; 433; 435; 507; 536], а також здійснювати індивідуалізацію (особистісно-орієнтоване) навчання [186; 194; 198; 210; 289].

Виміри мають здійснюватися за певними шкалами, які задають як ефективність самого виміру, так і вибір відповідного математичного апарату для оброблення його результатів [22; 101; 196; 280; 293; 306; 314; 348; 440; 499; 514]. Йдеться про необхідність діагностики певних харак-

теристик НВП, яка буде неможливою без відповідної кваліметрії [168; 198; 277; 293; 462].

Узагальнюючи вищезазначене, можна стверджувати, що поєднання відомих теорій і методів вимірювань та оцінювання якості з методами системного аналізу надасть змогу розширити застосування кваліметрії за допомогою методології теорії прийняття рішень.

Таким чином, суть реалізації кваліметрії в системному управлінні НВП ЗЗСО полягає в тому, що основою використання кваліметрії постають теорія педагогічних вимірювань і математичні методи, які забезпечують достовірність, конкретність, упорядкованість даних про РНД, якості НВП і дають змогу прогнозувати розвиток соціально-педагогічної системи на єдиній методологічній основі. У наступному підрозділі нами буде розглянуто тенденції сучасного розвитку та напрями наукового дослідження управління НВП ЗЗСО й особливості моделей кваліметрії.

### 1.3. Дидактичні особливості моделей кваліметрії знань

Існує безліч математичних моделей і підходів, які описують певні стадії процесу контролю знань і спираються на різні розділи математики: теорію імовірності та математичної статистики, теорію графів, теорію нечітких множин і нечітку логіку, теорію латентно-структурного аналізу, теорію прийняття рішень і дослідження операцій, факторно-критеріальний (компонентний) аналіз, комбінаторну топологію та теорію фракталів тощо. Інтелектуальні системи контролю знань припускають, що математичне моделювання сполучається з інформаційним моделюванням і використанням різних моделей знань. Виявлення й оцінювання знань є завданням розпізнавання, заснованим на навчанні. Розв'язання проблеми оцінювання охоплює три етапи (рис. 1.5).

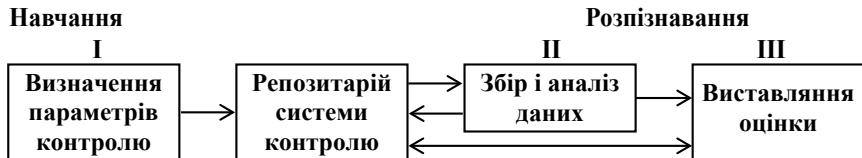


Рис. 1.5. Модель оцінювання знань під час контролю (Л. Зайцева)

Для забезпечення функціонування моделі на рис. 1.5 у працях [150; 366] здійснено класифікацію та опис основних математичних моделей (підходів, методів), застосованих для оцінки знань (рис. 1.6). При цьому вкажемо, що у поданій на рис. 1.6 класифікації не розглянуто множини

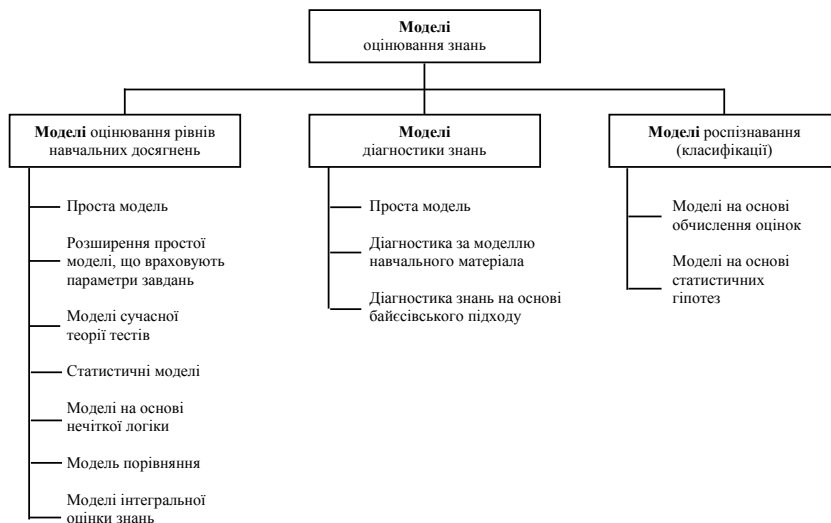


Рис. 1.6. Класифікація моделей оцінювання знань

математичних моделей, які використовують у контролі знань, оскільки вони не є безпосередньо моделями оцінки знань (наприклад, моделі проведення контролю, зокрема адаптивного тестування, моделі оцінки якості тестів тощо).

Отже, моделі оцінки знань запропоновано розподілити на три класи:

- 1) моделі оцінки РНД;
- 2) моделі діагностики знань;
- 3) моделі розпізнавання (класифікації).

*Моделі оцінки РНД* спрямовані на отримання інтегральної оцінки знань випробовуваного за визначеною шкалою, де їм привласнюють певний бал.

*Моделі діагностики* дають змогу виявити пропуски, характерні помилки в знаннях. Замість інтегральної оцінки вони припускають оцінювання різних навчальних елементів (дидактичних одиниць) курсу, що вивчається, або певного розділу навчальної дисципліни.

*Моделі розпізнавання (класифікації)* мають на меті зарахувати випробовуваного за наслідками тестування до одного із заздалегідь визначених класів (наприклад, клас «атестований» або «неатестований»). На рис. 1.6 для кожного з трьох класів моделей оцінки знань подано окремі частинні моделі чи комплекси моделей, які засновані на певному підході та методі. Розглянемо ці моделі більш детально.

**Моделі оцінки рівнів навчальних досягнень.** Найпростішою та найбільш поширеною є так звана *проста модель*: відповідь учня на кожне завдання оцінюють за дихотомічною (правильно/неправильно) або багатобальною (5-бальною) шкалами. Оцінку виставляють шляхом обчислення значення  $R$  [150; 366]:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{n}, \quad (1.2)$$

де  $R_i$  – правильна відповідь того, хто навчається, на  $i$ -те завдання;  
 $k$  – кількість правильних відповідей з  $n$  запропонованих ( $k \leq n$ ), яку потім зазвичай округляють за правилами математики.

Остаточну оцінку зазвичай визначають за формулою:

$$I = \begin{cases} 1, & R \leq c_1 \\ 2, & c_1 < R \leq c_2, \\ \vdots \\ M, & R > c_{M-1} \end{cases}, \quad (1.3)$$

де  $I$  – остаточна оцінка;  $\{c_1, c_2, \dots, c_M\}$  – вектор граничних значень;  
 $M$  – максимально можлива оцінка (наприклад, для 5-бальної шкали  $M=5$ ).

Перевага цієї моделі полягає у простоті її реалізації. Недоліком моделі є її залежність від єдиного параметра (кількості правильних відповідей), тобто вона не враховує частково точні відповіді, а також характеристики завдань. Не визначено також алгоритм, за яким діапазон правильних відповідей розбивають на вектор граничних значень. Ця проста модель має найнижчу надійність, оскільки не дає змогу об'єктивно оцінити знання учня.

Варто розглянути розширення простої моделі, що враховує параметри контрольних завдань. Існують різні модифікації цього типу моделей. Розглянемо більш поширені [150; 366].

1. *Модель, що враховує час виконання завдання та/або загальний час виконання контрольної роботи.* Для правильних відповідей розраховують значення  $R_i$ :

$$R_i = \begin{cases} 1, & t \leq t_{\max} \\ 0, & t > t_{\max} \end{cases}, \quad (1.4)$$

де  $t$  – час виконання завдання;

$t_{\max}$  – час, відведений для виконання завдання.

2. *Модель на основі рівнів засвоєння.* За цією моделлю, характеристикою завдання є рівень засвоєння навчального матеріалу, для

перевірки якого вона й призначена. Завдання розподіляють на п'ять груп, які відповідають рівням засвоєння: розуміння, пізнання, відтворення, застосування, творчої діяльності [468]. Для кожного завдання визначають набір істотних операцій, тобто таких, що виконуються на певному рівні та перевіряються. Операції, що належать до нижчих рівнів, до істотних не належать. Для виставляння оцінки використовують коефіцієнт  $K_\alpha$ :

$$K_\alpha = \frac{P_1}{P_2}, \quad 0 \leq K_\alpha \leq 1, \quad (1.5)$$

де  $P_1$  – кількість істотних операцій, які були правильно виконані в процесі контролю;

$P_2$  – загальна кількість істотних операцій у навчальному завданні;  
 $\alpha = 0, 1, 2, 3, 4$  – відповідають рівням засвоєння.

Оцінку виставляють на основі таких заданих граничних співвідношень:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_\alpha < 0,7 \quad - \text{незадовільно} \\ 0,7 \leq K_\alpha < 0,8 \quad - \text{задовільно} \\ 0,8 \leq K_\alpha < 0,9 \quad - \text{добре} \\ K_\alpha \geq 0,9 \quad - \text{відмінно} \end{array} \right. \quad (1.6)$$

Описану модель використовують у комп'ютерних системах електронного навчання та контролю знань [537].

3. *Метод лінійно-кускової апроксимації.* Алгоритм оцінювання заснований на класифікації завдань (питань) за дидактичними характеристиками: значущість ( $z$ ), складність ( $d$ ), специфікація ( $s$ ). Бали, отримані учнем за виконання  $n$  завдань, визначають за формулою:

$$y = \sum_{i=1}^n w_i x_i, \quad (1.7)$$

де  $x_i$  – оцінка за виконання  $i$ -го завдання;

$n$  – кількість завдань;

$W = \{w_i\}$  – вектор коефіцієнтів ваги (складності) завдань, що залежить від їх дидактичних характеристик.

Після завершення процедури контролю визначають середній бал  $\bar{A}$ , отриманий учнем за виконання  $n$  завдань:

$$\bar{A} = \frac{y}{k_n}, \quad (1.8)$$

де  $k_n$  – кількість спроб виконання  $n$  завдань ( $k_n \geq n$ ).

Далі визначають уточнений середній бал  $A'$ :

$$A' = \bar{A} + a_1 r + a_2 \frac{k_n - n}{n} + a_3 \frac{k_c}{n} + a_4 \frac{k_b}{n}, \quad (1.9)$$

де  $r$  – ранг того, хто навчається (1, 2, або 3);

$k_n$  – кількість спроб виконання  $n$  завдань;

$k_c$  – кількість звернень до довідкової інформації;

$k_b$  – кількість завдань, виконаних із перевищенням відведеного часу ( $k_b \leq n$ );

$a_1, a_2, a_3, a_4$  – коефіцієнти.

Значення уточненого середнього бала за допомогою вектора граничних значень переводять в звичайну 5-бальну шкалу за формулою (1.3). Аналогічно визначають рівень засвоєння (ранг) учня.

Параметри контролю, а саме значення вагових коефіцієнтів  $w_p$ , коефіцієнтів  $a_i$  і значення елементів вектора граничних значень визначають на етапі навчання за наслідками контрольного експерименту.

Переваги розглянутої моделі полягають як у використанні трьох дидактичних характеристик навчальних завдань, так і рівня навченості (рангу) з моделі учня, що дає змогу покращити надійність результатів контролю. Модель застосовують в комплексі автоматизованих систем навчання Ризького технічного університету (Латвія) [150].

Моделі сучасної теорії тестів. Сучасна теорія тестів – популярна на Заході Item Response Theory (IRT), призначена для оцінки латентних параметрів випробовуваних і параметрів завдань тесту за допомогою застосування математико-статистичних кваліметричних моделей вимірювання [158; 512]. На відміну від класичної теорії, де індивідуальний бал випробовуваного розглядають як постійне число, в IRT латентний параметр трактують як деяку змінну. Початкове значення параметра виходить безпосередньо з емпіричних даних тестування. Змінний характер вимірюваної величини вказує на можливість послідовного наближення до об'єктивних оцінок параметра за допомогою певних ітераційних методів.

У межах основного припущення IRT встановлюється зв'язок між латентними параметрами випробовуваних і спостережуваними результатами виконання тесту. Під час встановлення цього зв'язку важливо розуміти, що першопричиною є латентні параметри. Взаємодія двох множин значень латентних параметрів зумовлює спостережувані результати виконання тесту.

Елементи першої множини – це значення латентного параметра, що визначає рівень підготовки  $N$  випробовуваних  $P_i, i = 1, N$ . Другу множину

утворюють значення латентного параметра  $X_j$ ,  $j = \overline{1, K}$ , які визначають труднощі  $n$  завдань тесту.

На практиці ж завжди постає протилежна задача: за відповідями випробовуваних на завдання тесту оцінити значення латентних параметрів  $P$  і  $X$ . Для її розв'язання потрібно відповісти щонайменше на два запитання. Перше з них пов'язане з вибором виду співвідношення між латентними параметрами  $P$  і  $X$ . Ідея встановлення співвідношення належить данському математикові Р. Рашу, який запропонував ввести його у вигляді різниці  $(P-X)$ , припускаючи, що параметри  $P$  і  $X$  оцінюються за тією самою шкалою [294; 321; 456; 546; 547].

Друге запитання, що є головним в ИРТ, пов'язане з вибором математичної моделі для опису цього зв'язку між латентними параметрами та спостережуваними результатами виконання тесту. Можна розглядати умовну імовірність правильного виконання  $i$ -м випробовуваним із рівнем підготовки  $P_i$  різних за складністю завдань тесту, вважаючи  $P_i$  параметром  $i$ -го учня, а  $X$  – незалежною змінною.

Аналогічно вводиться умовна імовірність правильного виконання  $j$ -го завдання з трудностю  $X_j$  різними випробовуваними групи. Тут незалежною змінною є  $P$ , а  $X_j$  – параметр, що визначає складність  $j$ -го завдання тесту.

У ИРТ функції  $f(X)$  і  $K(P)$  отримали назву Item Response Functions (IRF). Спеціальну назву мають також їхні графіки. Графік функції  $P_j$  – це характеристична крива  $j$ -го завдання, а графік функції  $P_i$  – індивідуальна крива  $i$ -го випробовуваного.

Під час вибору виду функцій  $P_i$  і  $P_j$  враховують обставини як емпіричного, так і математичного характеру. У припущенні нормального розподілу значень латентних змінних  $P$  і  $X$  таких функцій пропонуються дві: одна позначається як  $Z(x)$  і належить до сімейства логістичних кривих, а інша,  $\Phi(x)$ , – є інтегральною функцією нормованого нормального розподілу. І оскільки для одних і тих самих значень  $x$  ординати точок графіків функцій  $\Phi(x)$  і  $Z(1,7x)$  майже не відрізняються, то в тому, що їх дві, немає ні помилки, ні суперечності, а саме – для всіх  $x$ , що належать області визначення цих функцій

$$|\Phi(x) - Z(1,7x)| < 0,01 \quad (1.10)$$

Більш вагомий аргумент на користь логістичної функції пов'язаний не з якістю вимірювань, а з відносною простотою її аналітичного завдання, вигідною під час оцінювання параметрів  $P$  і  $X$ . Тому на практиці перевагу зазвичай віддають функції  $Z(1,7x)$ .

Кількість параметрів, що входять в аналітичне завдання функцій, є підставою для розподілу сімейства IRF на класи. Серед логістичних



функцій розрізняють: однопараметричну модель Р. Раша; двопараметричну та трипараметричну моделі А. Бірнбаума. Причому в кожній із названих моделей параметри  $P$  і  $X$  є шкалованими показниками єдиної для всіх моделей шкали логітів. При відношенні двох величин, рівному « $e$ », їх відмінність становитиме 1 логіт. Таким чином, виходить шкала, під час застосування якої можна говорити, що знання двох випробовуваних або труднощі двох вправ розрізняються «на стільки-то логіт» (а не «в стільки-то раз»).

Особливості математичного апарату IRT забезпечують об'єктивні оцінки рівня підготовки кожного випробовуваного, що не залежать від складності завдань тесту. Зазначена властивість інваріантності надає можливість коректно порівняти результати випробовуваних, які виконали різні за складністю завдання тесту або навіть різні тести. Аналогічна перевага існує і для оцінок складності завдань тесту. Значення параметра  $X$ , що отримують за алгоритмом, інваріантні щодо рівня підготовки випробовуваних у групі, де проходить тестування [366]. Однак, хоча теорія IRT й обіцяє інваріантність, оцінки параметрів  $P$  і  $X$ , отримані на декількох вибірках, унаслідок дії випадкових чинників будуть різними. Якщо обсяг вибірки досить великий, то можна ставити питання щодо обчислення стійких значень параметрів  $P$  і  $X$ , які будуть найбільш ефективними оцінками та можуть бути прийняті як об'єктивні значення  $P$  і  $X$ . Наприклад, для обчислення таких ефективних оцінок можна використовувати метод найбільшої правдоподібності, що запропонований Р. Фішером.

Метод Р. Раша не має чіткої доказової аналітичної процедури. Він заснований на вдалому інтелектуальному припущенні. Більш ґрунтовний критичний аналіз обмежень моделі IRT зроблено в працях [100; 358]. Зокрема, А. Попов вважає, що:

- «оцінка рівня підготовленості випробуваного в моделях Р. Раша залежить лише від загальної кількості завдань, які були правильно виконані, а не від їх труднощів;

- у моделі А. Бірнбаума оцінка рівня підготовленості випробуваного залежить лише від сумарної диференціювальної здатності завдань, які правильно виконані, але не пов'язана з їх складністю;

- неможливим є порівняння цих моделей з емпіричними даними;

- настав час визнати помилковість шляху розвитку теорії тестування під впливом робіт Р. Раша і А. Бірнбаума;

- необхідними є свіжі ідеї та нові підходи до вирішення завдань, пов'язаних з об'єктивізацією оцінки труднощі тестових завдань і рівня підготовленості випробовуваних».

Вищезазначеному суперечить думка В. Аванесова [2]: «IRT добре використовувати для експертизи тестів і тестових завдань, для оцінки

відповідності рівня трудності завдання рівню підготовленості випробуваних».

Таким чином, на нашу думку, доцільно розробити новий, математично обґрунтований метод шкалування контролю знань.

**Статистичні моделі.** Головним у цих моделях контролю знань є твердження про залежність імовірності правильної відповіді учня від рівня його навченості та від параметрів завдання [1; 542; 547; 546]. Ще раз зазначимо, що теорію імовірності та математичну статистику широко використовують для аналізу результатів тестування. Імовірнісний підхід використовують і в теорії IRT, і в класичній теорії тестування. Суть відповідних моделей полягає в тому, що на засадах відомої апіорної імовірності розраховують апостеріорну імовірність  $P(H_i)$  гіпотези  $H_i$ , що учень заслуговує на відповідну оцінку  $i$ .

Під час обчислення імовірності  $P(H_i)$  враховують такі показники:

- складність і час виконання завдань;
- кількість запропонованих випробуваному завдань;
- кількість неправильно виконаних завдань тощо.

Розраховану імовірність аналізують та/або порівнюють із граничними значеннями, з урахуванням ризиків недооцінки і переоцінки виставлення оцінки  $i$ , що у статистиці має сенс помилок I–II роду. Якщо отримані результати однозначно дають змогу виставити оцінку, то контроль зазвичай завершується. В іншому випадку учень отримує чергове завдання.

Результати відповідних досліджень І. Рудінського та С. Грушецького було заздалегідь розглянуто нами у підрозділі 1.2. Ключова ідея пропонуваного ними алгоритму моделювання полягає в тому, що під час проведення автоматизованого тестування враховують варіанти відповіді, які обрав той, хто навчається. Отриману інформацію групують і будують полігон частот розподілу. Послідовно висувають нульові й альтернативні їм гіпотези про експоненціальний, нормальний і рівномірний розподіли сукупності відповідей. Висунуті гіпотези перевіряють за допомогою відповідних критеріїв згоди, причому для подальшого аналізу обирають ту гіпотезу, ступінь згоди з якою є найбільшим.

З урахуванням параметрів прийнятого закону розподілу, обсягу вибірки та необхідної довірчої імовірності розраховують величину довірчого інтервалу, що проектується на еталонну оцінну шкалу для вибору підсумкової оцінки. Якщо довірчий інтервал повністю вміщається в області, розташованій між двома сусідніми оцінками, то виставляється вища з них. Ситуація, в якій довірчий інтервал перекидає області двох сусідніх оцінок, свідчить про недостатню визначеність результатів тестування. Цю невизначеність можна зняти або пред'явленням тим, хто

навчається, додаткових тестових завдань із подальшим повторенням розрахунку за збільшеного обсягу вибірки або виставлянням нижчої оцінки, яка відповідає загальній межі перекритих областей.

Статистичні методи також застосовують для оцінки якості тестів, достовірності тестування, прогнозування результатів випробовуваних [359; 474].

**Моделі на основі нечіткої логіки.** Застосування нечіткої логіки – постає одним із напрямів інтелектуалізації систем контролю знань. Існують різні модифікації цього підходу. Наприклад, це перехід від завдання істинності пропонованих варіантів відповідей у категоріях двійкової (дихотомічної) логіки («правильно/неправильно») до більш загальної й універсальної схеми оцінювання відповідей функціями належності, що визначені в категоріях нечіткої логіки. Зазначений перехід не заперечує і традиційний підхід, оскільки відповідно до сучасних уявлень двійкову логіку можуть вважати окремим, точніше виродженим випадком нечіткої логіки.

У праці [305] запропоновано модель оцінювання знань на засадах локально-паралельних нечітких алгоритмів.

У праці [382] запропоновано будь-яку оцінку будь-якої бальної шкали уявляти як окремий терм (лінгвістичну назву), який в комплексі з іншими утворює терм-множину (множину термінів) лінгвістичної змінної «РНД», що має такий загальний вигляд:

$$T^M(\text{РНД}) = \text{надзвичайно великий} + \text{дуже великий} + \text{не дуже великий} + \\ + \text{великий} + \text{не великий} + \text{не маленький} + \text{не дуже малий} + \\ + \text{малий} + \text{дуже малий} + \text{надзвичайно малий} + \dots, \quad (1.11)$$

де  $T^M(\text{РНД})$  – позначка терм-множини лінгвістичної змінної «РНД»;

«+» – позначка логічного поєднання термів.

Лінгвістичні змінні формуються за визначеними правилами [314; 407; 430; 463; 516] і для них будуються функції належності (рис. 1.7), які демонструють ступінь належності кількісного виміру знання за абсолютною 100-бальною шкалою його лінгвістичній характеристиці на відповідній бальній шкалі. Дослідження [198; 205; 207; 208 та ін.] доводять ефективність такого підходу до кваліметрії й узгодженості РНД тих, хто навчається, у різних оціночних системах, до того ж, саме так забезпечується науково обгрунтоване функціонування схеми на рис. 1.4 в обох напрямках.

**Модель порівняння.** Основна ідея цієї моделі полягає в тому, що для здійснення оцінки системи набутих знань необхідно порівняти модель системи знань того, хто навчається, і еталонну модель структури певної навчальної дисципліни з метою встановлення аналогії

(подібності) між ними. Якщо аналогія існує, то обчислюють ступінь аналогії для визначення оцінки системи знань випробуваного в межах цієї навчальної дисципліни. Причому моделі системи знань того, хто навчається, і еталонної структури навчальної дисципліни (її тезаурусу) зазвичай є графами (семантичні мережі). Систему, що реалізовує розглянутий підхід, описано в праці [190].

**Моделі інтегральної оцінки знань.** Будь-який інтегральний показник підсумовує всі локальні показники в будь-якій області (часовій, просторовій, ситуаційній). Це формальне положення можна наступним чином.

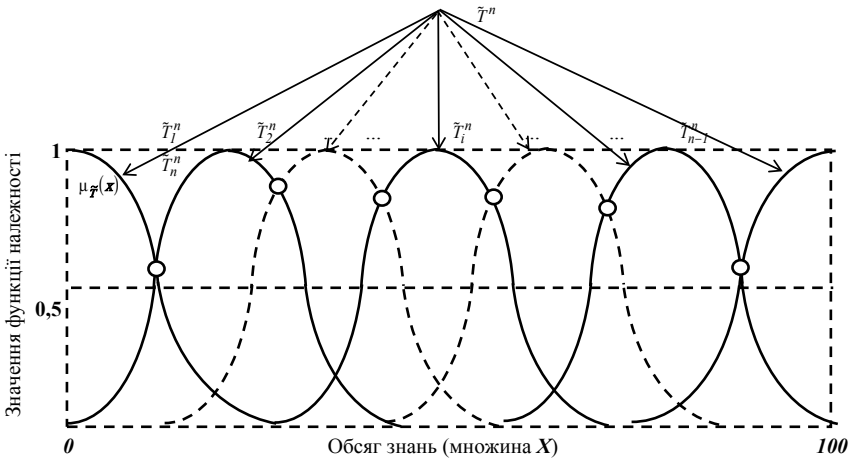


Рис. 1.7. Парадигма функцій належності лінгвістичної змінної «рівень навчальних досягнень» як нечіткої моделі кваліметрії знань

Нехай  $Z = \{z_j\}$  – це множина точок, на яких розглядають нашу оцінку. Локальна оцінка  $h$ , вимірювана на кожному елементі знань, є  $h(z)$ . Якщо множина  $Z$  безперервна, то інтегральну оцінку можна записати у вигляді інтеграла  $H = \int h(z) dZ$ . Отже, локальні оцінки – це будь-які кількісні оцінки, які роблять на основі одноразових вимірювань в одній точці, нехай то буде певний момент часу чи точка в геометричному просторі або точка в просторі станів.

Відповідно до аналізу основних методів згортання частинних показників, використовуваних у моделях кваліметрії, у працях [11; 88] обрані методи, які є найбільш адекватними для формування інтегральних показників і критеріїв оцінки компетентності. Відповідні інтегральні оцінки пропонують розподілити на чотири види відповідно до використовуваного типу згортки (табл. 1.3). Подані в табл. 1.3 критерії можна використати для розв'язання прикладних завдань, пов'язаних з оцінкою

**Інтегральні показники і критерії оцінки компетентності тих,  
хто навчається**

№	Види згортки	Види інтегральних показників і критерії	Оцінювані компоненти компетентності та розв'язувані завдання
1	2	3	4
1	Функціональна згортка: $\bar{\mu} = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)$	Формалізовані критерії у вигляді факторних моделей	Інтегральні показники для оцінки особистісних і ділових якостей
2	Сепарабельна згортка: $\bar{\mu} = \sum l(\lambda_i)\varphi(\mu_i)$	Функції відповідності у вигляді згортки функцій належності	
3	Адитивна згортка: $\bar{\mu} = \sum \lambda_i \mu_i$	Узагальнена згортка у вигляді лінійної регресії	Інтелектуальний потенціал
4	<i>Альтернативне кон'юнктивне згортання</i> : згортка альтернативних бівалентних мір якості $\{0; 1\}$ у вигляді кон'юнкції предикатів придатності («придатно» – 1; «непридатно» – 0): $\mu = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \forall \mu_i \quad \mu_i \in M^{0i} \\ 0, & \text{якщо } \exists \mu_i \quad \mu_i \notin M^{0i}, \\ & M^{0i} = pr^i M^0 \end{cases}$	Інтегральні критерії у вигляді продуктивних моделей	Інтегральні критерії професійної придатності для різних спеціальностей

компетентності тих, хто навчається, наприклад, встановлення їх рейтингу. Також вони можуть належати до вирішальних правил, застосовуваних для діагностики компетентності.

Використання факторних моделей у психолого-педагогічних дослідженнях було вперше запропоновано С. Айвасяном ще у 1979 році [8]. Наступну публікацію щодо застосування такого класу моделей для вимірювання рівня морального розвитку працівників управлінської та інженерної праці було опубліковано у 1989 р. [122], після чого кваліметричні факторно-критеріальні моделі набули поширення в системі освіти. Йдеться про особливий клас моделей, за допомогою яких вимірюють такі якісні явища, які раніше неможливо було оцінити кількісно.

У працях О. Ануфрієвої, Т. Борової, Г. Дмитренка, І. Драч, Г. Єльнікової, О. Касьянової, З. Рябової, В. Приходька та інших визначено різні аспекти

застосування факторно-критеріальних моделей для вимірювання різних явищ у НВП, зокрема для оцінювання рівня гармонійного розвитку особистості (РНД, морального, творчого, фізичного розвитку), а також рис характеру, здібностей, професійно-особистісних якостей [20; 21; 123; 125]. Здійснюють також:

- оцінювання діяльності ЗЗСО за кінцевим результатом [21];
- моніторинг якості освіти в ЗЗСО [364];
- оцінювання умов професійної підготовки майбутніх науково-педагогічних працівників [128];
- визначення рівня конкурентоспроможності випускників закладів професійної освіти [124].

Особливість факторно-критеріальних моделей полягає в тому, що якісне явище оцінюють, з одного боку, однозначно через чіткий показник, а з іншого – сама інформація для його отримання має характер певної невизначеності.

Значений підхід було використано для формування інтегральних критеріїв оцінки різних видів компетентності (компонентів компетентнісної моделі) [11; 88]. Зацікавленість застосуванням методів факторного аналізу полягає в тому, що ці методи дають змогу розв'язувати задачу побудови певної схеми класифікації, тобто компактного змістовного опису досліджуваного явища на основі обробки значних інформаційних масивів.

Основну модель факторного аналізу записують у вигляді такої системи рівності [135]:

$$x_i = \sum_{j=1}^m l_{ij} f_j + \varepsilon_i, \quad i = \overline{1, p}; \quad m \leq p \quad (1.12)$$

Значення кожної ознаки  $x_i$  можуть бути виражені сумою простих чинників  $f_j$ , кількість яких менша за кількість початкових ознак, і залишковим членом  $\varepsilon_i$  з дисперсією  $\sigma^2(\varepsilon_i)$  що впливає лише на  $x_i$ , який називають специфічним чинником. Коефіцієнти  $l_{ij}$  називають навантаженням  $i$ -ї змінної на  $j$ -й чинник або навантаженням  $j$ -го чинника на  $i$ -ту змінну. Максимально можлива кількість чинників  $m$  за заданої кількості ознак  $p$  визначається нерівністю  $(p+m) \leq (p-m)^2$ , що має виконуватися, щоб задача не ставала тривіальною. Цю нерівність отримано на підставі підрахунку ступенів свободи, наявних в задачі [491].

Задачу факторного аналізу не можна розв'язати однозначно. Рівність (1.12) не піддається безпосередній перевірці, оскільки  $p$  початкових ознак задають через  $(p+m)$  інших змінних – простих і специфічних чинників. Тому подання кореляційної матриці цими чинниками можна здійснити за допомогою нескінченно великої кількості способів.

Якщо вдалося провести факторизацію кореляційної матриці за допомогою деякої матриці факторних навантажень  $F$ , то будь-яке лінійне ортогональне перетворення  $F$  (ортогональне обертання) призведе до такої самої факторизації. Ортогональне обертання чинників здійснюють методом варимакс, оскільки він дає змогу спростити інтерпретацію чинників.

Отриманими чинниками є лінійні функції вигляду:

$$F_i = f_{i1}x_1 + f_{i2}x_2 + \dots + f_{ip}x_p, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, p}, \quad (1.13)$$

де  $m$  – кількість чинників;

$p$  – кількість змінних;

$f_{ij}$  – навантаження  $i$ -го чинника на  $j$ -ту змінну;

$x_j$  – змінна.

Функцію вигляду (1.13) можна застосовувати як формалізований критерій для оцінки компонентів компетентності. Такий підхід більш ефективний тоді, коли досліджуваний компонент має певну вихідну якість  $Y$ , яка априорі зумовлюється (не обов'язково однозначно) набором «вхідних параметрів»  $x_1, x_2, \dots, x_p$ , що піддаються обліку та вимірюванню.

У контексті наших досліджень з отримання інтегрованої оцінки РНД учнів недоліком розглянутого методу факторно-критеріального аналізу та інших методів, що подані у табл. 1.3, є невизначеність ступеня можливої компенсації низьких показників демонстрації одних компетенцій високими показниками інших.

Цікавими є результати досліджень з адаптації методів системного аналізу та теорії прийняття рішень, що присвячені розв'язанню однокрокових задач прийняття рішень із векторним показником ефективності [179; 190; 198; 200; 203; 209; 211; 262; 314; 390; 407; 457; 459]. Отже, якщо говорити про загальну формулу агрегації частинних показників ефективності навчання, то з позицій системного аналізу та теорії прийняття рішень її можна полати так:

$$\Phi_{РНД}(C_j) = \left( \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k n_{ij}^p \right)^{\frac{1}{p}}, \quad (1.14)$$

де  $p$  – відображає допустимий ступінь компенсації малих значень РНД, що були продемонстровані за одними навчальними дисциплінами, високими значеннями РНД за іншими;

$n_{ij}$  – РНД  $j$ -го учня ( $C_j$ ), досягнутий за  $i$ -ю навчальною дисципліною;

$k$  – кількість навчальних дисциплін, що вивчаються.

Наразі організація НВП супроводжується активним об'єктивним тестовим контролем знань за абсолютною 100-бальною шкалою. Тому

формулу (1.14) в обчислювальному варіанті полегшують і зводять до найбільш поширених функцій агрегації.

1. *Адитивний підхід* до агрегації ( $p = 1$ ):

$$\varphi_{PHD}(C_j) = \bar{n}_{C_j} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k n_{ij}. \quad (1.15)$$

Адитивна функція агрегації (1.15) є простою та популярною в контексті досліджень з економіки, педагогіки, психології, соціології й окремих специфічних технічних завдань. Проте адитивний підхід передбачає можливість абсолютної компенсації скільки завгодно малих значень РНД за одними навчальними дисциплінами скільки завгодно великими за іншими, що припускає наявність «білих плям» у знаннях і неприпустимо з погляду формування всебічно розвинутого учня. Такий самий недолік може виникнути і в межах вивчення однієї навчальної дисципліни, коли ґрунтовні знання з одного модуля (теми, розділу тощо) ніби можна компенсувати нехтуванням будь-якого іншого.

2. *Підхід «планування за вузьким місцем»* застосовують, якщо неприпустимою є будь-яка компенсація ( $p \rightarrow -\infty$ ). Він вимагає рівного «підтягування» знань учня з усього спектра навчальних дисциплін чи з усіх модулів окремої навчальної дисципліни:

$$\varphi_{PHD}(C_j) = \min_i \left\{ \frac{n_{ij}}{\alpha_i} \right\}, \quad \alpha_i \neq 0. \quad (1.16)$$

Підхід (1.16) визначає, що інтегровану оцінку виставляють учню, орієнтуючись на найгірший показник навчання. Це є більш важливим з точки зору формування високоосвічених фахівців, однак, на нашу думку, «планування за вузьким місцем» є доцільним на кінцевих етапах навчання (комплексний іспит або державні іспити). У процесі поточного навчання він буде недостатньо мотивувати учнів на покращення РНД.

3. *Мультиплікативний підхід* до агрегації ( $p \rightarrow \infty$ ):

$$\varphi_{PHD}(C_j) = \sqrt[k]{\prod_{i=1}^k n_{ij}}, \quad (1.17)$$

Мультиплікативні функції вигляду (1.17) відображені в дослідженнях гуманістичних систем і припускають можливість уже відносної часткової компенсації невисоких значень РНД учнів з одних навчальних дисциплін високими значеннями з інших, тобто коли потрібно забезпечити приблизно однакові показники навченості. Причому з досліджень, поданих у праці [5] витікає, за аналогією, що результати, отримані за формулою (1.17), дійсно можуть бути кількісним, однозначним, єдиним і



універсальним показником РНД. Ураховуючи характерні властивості цієї формули (адекватність, ефективність, статистична чутливість) її дійсно можна застосовувати як критерій оптимізації.

Підходи до визначення агрегованої оцінки РНД, які було розглянуто, легко реалізувати в умовах кредитно-трансферної системи організації НВП і застосування об'єктивного тестового контролю знань.

Разом із тим має безсумнівний науковий і практичний інтерес розв'язання проблеми знаходження інтегральної оцінки РНД в умовах відсутності тестового інструментарію, оскільки з якісними балами оціночних шкал неможливо здійснити відповідні математичні перетворення. Дослідженнями [179; 190; 206; 209; 211; 390; 395; 418] доведено можливість та ефективність застосування із зазначеною метою коефіцієнтів бажаності (прийнятності) оцінок бальних шкал.

Отже, бали будь-якої шкали оцінювання знань – лінгвістичні назви відповідних РНД, яким для здійснення математичних перетворень, властивих шкалі впорядкувань (*див. підрозділ 3.1*), можна привласнити відповідні ранги. З урахуванням того, що мисленню людини властиві порівняльні якісні оцінки [228; 490], з множини відомих методів встановлення коефіцієнтів «ваги» [41; 48; 95; 120; 136; 263; 264; 314; 343; 393; 409; 451; 514; 549 та ін.] доцільно обрати такий, що базується на рангах, а також метод розстановки пріоритетів.

1. *Метод, що базується на рангах.* Під час його застосування цінність (важливість) кожної оцінки визначають за формулою:

$$C_i = 1 - \frac{\tilde{R}_i - 1}{n}, \quad (1.18)$$

де  $\tilde{R}_i$  – ранг  $i$ -ї оцінки в упорядкованому ряду, що формується  $n$  балами досліджуваної шкали.

Далі тривіально знаходиться сумарна «цінність» оцінок і відповідні коефіцієнти їх бажаності:

$$C = \sum_{i=1}^n C_i \Rightarrow \alpha_i = \frac{C_i}{C}; \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1. \quad (1.19)$$

Розглянутий підхід є простим, однак з формули (1.18) видно лінійну залежність величини  $C_i$  від рангу оцінки  $\tilde{R}_i$ , і як наслідок, коефіцієнти «ваги» оцінок також будуть лінійними. Це не відповідає, з одного боку, правилу побудови лінгвістичних шкал, де сусідні оцінки за умов застосування модифікатора «дуже» отримують за допомогою нелінійних нечітких операцій «концентрації» і «розтягання». Таким чином, «цінності» та коефіцієнти «ваги» (важливості, бажаності) оцінок, які отримуються методом, що базується на рангах, є грубими, однак вірогідними.

2. Метод розстановки пріоритетів. Недоліки попереднього методу усувають шляхом математичного формулювання «задачі про лідера» [41; 48].

У процесі застосування цього методу кожна оцінка  $\tilde{R}_i$  досліджуваної шкали уявляються вершиною деякого графа (рис. 1.8), зв'язок між якими відповідає правилу суворого ранжування оцінок. Наприклад,

– для 4-бальної шкали:

$$\tilde{R}_B \succ \tilde{R}_D \succ \tilde{R}_C \succ \tilde{R}_H; \quad (1.20)$$

– для шкали ECTS:

$$\tilde{R}_A \succ \tilde{R}_B \succ \tilde{R}_C \succ \tilde{R}_D \succ \tilde{R}_E \succ \tilde{R}_{FX} \succ \tilde{R}_X; \quad (1.21)$$

– для 12-бальної шкали

$$\tilde{R}_{12} \succ \tilde{R}_{11} \succ \tilde{R}_{10} \succ \tilde{R}_9 \succ \tilde{R}_8 \succ \tilde{R}_7 \succ \tilde{R}_6 \succ \tilde{R}_5 \succ \tilde{R}_4 \succ \tilde{R}_3 \succ \tilde{R}_2 \succ \tilde{R}_1. \quad (1.22)$$

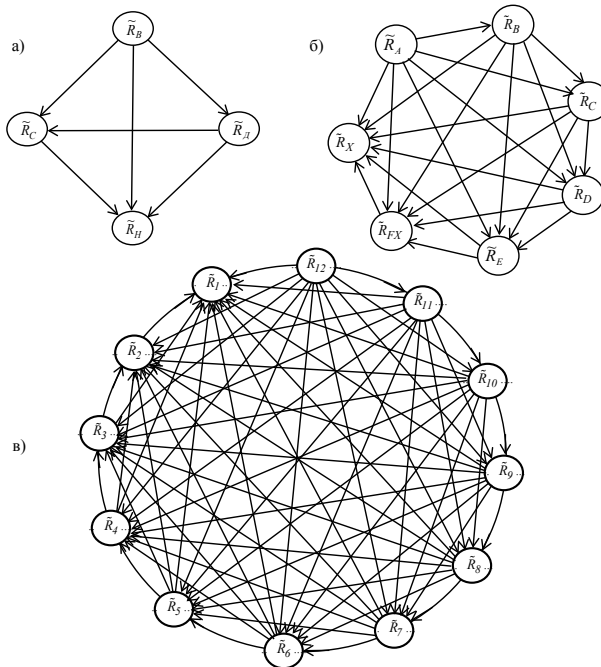


Рис. 1.8. Приклади формування графів розстановки пріоритетів на континуумі оцінок бальних шкал: а) 4-бальної; б) шкали ECTS; в) 12-бальної

Якщо оцінка  $\tilde{R}_i$  має перевагу над іншою  $\tilde{R}_j$  ( $\tilde{R}_i \succ \tilde{R}_j$ ), то на графі існує дуга ( $i \rightarrow j$ ), і навпаки, якщо  $\tilde{R}_i \prec \tilde{R}_j$ , то на графі існує дуга ( $j \rightarrow i$ ).

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1j} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2j} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{i1} & c_{i2} & \cdots & c_{ij} & \cdots & c_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nj} & \cdots & c_{nn} \end{pmatrix} \quad (1.23)$$

елементи якої  $c_{ij}$  визначають за таким правилом:

$$c_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{якщо } \tilde{R}_i \succ \tilde{R}_j \\ 0, & \text{якщо } \tilde{R}_i \prec \tilde{R}_j \end{cases} \quad (1.24)$$

Розглянемо, спираючись на [41; 48; 190; 390; 395], процедури застосування методу розстановки пріоритетів.

Спочатку вводять поняття ітераційної «цінності» порядку  $k$  оцінки  $\tilde{R}_j$ , що відображає її досліджувану «цінність». Далі ітераційну цінність 1-го порядку оцінки  $\tilde{R}_j$  позначають як  $C_j(1)$  і обчислюють як суму балів, властивих цій оцінці. При цьому не враховують «цінність» інших оцінок:

$$C_j(1) = \sum_{i=1}^n c_{ij} . \quad (1.25)$$

Розподіл балів серед  $n$  оцінок задає вектор:

$$C(1) = [C_1(1), C_2(1), \dots, C_j(1), \dots, C_n(1)] . \quad (1.26)$$

На 2-й ітерації за «цінність» оцінки шкали приймають ітераційну «цінність» 1-го порядку. Відповідні обчислення здійснюють з урахуванням «цінностей» інших оцінок:

$$C_j(2) = \sum_{i=1}^n c_{ij} C_j(1) . \quad (1.27)$$

Її записують таким вектором:

$$C(2) = [C_1(2), C_2(2), \dots, C_j(2), \dots, C_n(2)] . \quad (1.28)$$

Подальші ітерації здійснюють аналогічно:

$$C_k = A \cdot C(k-1). \quad (1.29)$$

Причому:

$$C(0) = (1, 1, \dots, 1). \quad (1.30)$$

Процес обчислення передбачає послідовне застосування перетворення, яке задає матриця  $A$ , до початкового вектора  $C(0)$ .

Позначимо через  $\alpha_j(k)$  нормовану ітераційну «вагу»  $k$ -го порядку  $i$ -ї оцінки, що має значення коефіцієнта «ваги»:

$$\alpha_j(k) = \frac{C_j(k)}{\sum_{j=1}^n C_j(k)}, \quad \sum_{j=1}^n \alpha_j(k) = 1. \quad (1.31)$$

Процес обчислення нормованої ітераційної «ваги» оцінки можна показати за допомогою такої формули:

$$\alpha(k) = \frac{1}{\lambda(k)} C \cdot \alpha(k-1), \quad (1.32)$$

де  $\lambda(k) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n c_{ij} \alpha_j(k-1)$  – сума компонент вектору  $C \cdot C(k-1)$ ;  $k=1, 2, \dots$

Якщо матриця  $C$  така, що не розкладається, то розглянута процедура, згідно з теоремою Перрона–Фробеніуса [37; 45; 52; 74], призводить до межового значення власного максимального числа  $\lambda = \lim_{k \rightarrow \infty} \lambda(k)$  матриці  $C$  із відповідним вектором:

$$C = \lim_{k \rightarrow \infty} C(k) \quad (1.33)$$

Отже, процес обчислення нормованої ітераційної «ваги» оцінки  $\tilde{R}_j$  є таким, що сходиться. Виконання обчислень за формулою (1.32) відрізняється від підсумовування балів тим, що дає змогу врахувати побічні (непрямі) переваги однієї оцінки перед іншою.

**Моделі діагностики знань.** У так званій *простій моделі* діагностики знань тестові завдання поєднуються з дидактичними одиницями (навчальними елементами, тематичними одиницями) навчальної дисципліни. З обраних заздалегідь для тестування дидактичних одиниць випробуваному пропонують певну кількість завдань. Результатом контролю є список дидактичних одиниць, для кожної з яких обчислюють відсоток правильно виконаних завдань.

*Діагностика за моделлю навчального матеріалу.* Ця модель, на відміну від простої моделі діагностики, припускає більш складне уявлення моделі навчальної дисципліни і складніші алгоритми роботи з цією моделлю. Розглянемо цю модель більш детально на прикладі системи, описаної в праці [18].

Суть методу полягає у створенні формальної системи знання про структуру навчального матеріалу та рівні складності окремих його структурних елементів. Реалізація методу полягає в структуризації навчального матеріалу та розробленні компонентів системи. У межах системи розробляють:

– модель подання знань про навчальний матеріал. Навчальний матеріал розглядають як систему знань, що складається з понять і відношень між ними, які відображають знання про структурні властивості навчального матеріалу та рівні складності. Модель знань про структуру навчального матеріалу, що вивчається, подається у вигляді семантичної мережі;

– база знань та засоби її наповнення. Знання в експертній системі подають у декларативній і процедурній формах. У декларативній формі подається семантична мережа. База знань семантичної мережі охоплює: опис понять; відношення між поняттями «визначення» і «рівень складності»; тестові запитання для кожного поняття з декількома варіантами відповідей. Процедурна форма охоплює процедури побудови дерева пошуку та знаходження результату. Причому використовують такі процедури: обхід графа мережі; аналіз знання поняття; обчислення оцінки й отримання «фотографії знань»;

– експертна система, що дає змогу на основі наявної бази знань і відповідей учнів логічно виводити оцінку та формувати наступне завдання. Експертна система призначена для аналізу знань того, хто навчається, а саме для визначення впорядкованої сукупності відомих і невідомих йому понять («фотографія знань») і обчислення загальної оцінки знань. Основна стратегія управління дедуктивним механізмом виводу – зворотний ланцюжок міркувань. Початкова мета – це доказ істинності твердження «поняття відоме» для поняття найбільш верхнього рівня, відповідного аналізованій темі.

*Діагностика знань на основі байєсівського підходу.* Цю модель детально описано в праці [27]. Її автор пропонує такий алгоритм для побудови експертної системи, що здійснює діагностику.

1. Обрати завдання (або тему)  $P_p$ , на основі якого буде здійснено діагностику.

2. Визначити ті знання й уміння (об'єкти, ситуації, відношення, вимоги, оператори), які необхідні респонденту для розв'язання завдання  $P_p$  (що він має знати і вміти після вивчення вибраної теми). Інакше кажучи, необхідно розділити завдання  $P_p$  на елементарні підзадачі, розв'язуючи

які можна послідовно перебрати спектр початкового завдання або теми, оскільки спектр початкового завдання (теми) і сумарний спектр підзадач мають співпадати.

3. Відповідно до сумарного спектра, скласти список гіпотез вигляду «той, хто навчається, не знає/не вміє» і «той, хто навчається, знає/вміє».

4. Скласти вказівки для кожної гіпотези.

5. Визначити множину симптомів вигляду «той, хто навчається, знає/вміє».

6. Встановити відповідність між симптомами та підзадачами, під час розв'язання яких ці симптоми виявляються. Причому всі симптоми мають визначатися хоча б одним завданням (*див. п. 2*).

7. Скласти таблицю відповідності «гіпотези – симптоми».

8. Визначити апріорні імовірності гіпотез.

9. Визначити імовірності підтвердження/спростування гіпотез симптомами.

10. Наповнити базу знань експертними та предметними знаннями.

У процесі тестування використовують механізм байєсівського виводу. Тому результатом тестування є апостеріорні імовірності для кожної з гіпотез вигляду «той, хто навчається, не знає/не вміє» і «той, хто навчається, знає/вміє».

Апріорна імовірність гіпотез, імовірності підтвердження/спростування гіпотез симптомами є експертними знаннями, які зазвичай визначають експериментально.

**Моделі розпізнавання (класифікації).** Основна ідея таких моделей полягає у визначенні приналежності учня до одного зі стійких класів з урахуванням комплексу ознак, які його характеризують. Для цього використовують спеціальну процедуру обчислення ступеня схожості (оцінки) розпізнаваного рядка (сукупності ознак учня) на рядки, належність яких до класів заздалегідь відома.

*Моделі на основі обчислення оцінок.* Відповідний алгоритм уперше запропонував Ю. Журавльов [145; 146]. Пізніше його почали використовувати для класифікації тих, хто навчається, за рівнями підготовленості [150; 151], а також як додатковий метод оцінки знань у навчальних системах [166; 167].

Досліджувана модель передбачає побудову таблиці навчання  $T_{nm}^0$ , у якій кожен рядок є набором ознак того, хто навчається, що характеризують діяльність учня у процесі контролю знань:

- кількість запропонованих завдань ( $n$ );
- середній бал ( $A$ );
- кількість спроб виконання завдань ( $k_n$ );
- кількість звернень до довідкової інформації ( $k_c$ ), ранг ( $r$ ).

Під час виставляння оцінки обчислюють ступінь схожості сукупності ознак конкретного учня  $I(S) = \{X_1, X_2, \dots, X_m\}$  з рядками, що входять у таблицю навчання  $T_{nm}^0$ , на підставі чого визначають його приналежність до певного класу  $K_j$ . Для цього обчислюють кількість рядків кожного класу  $K_j$ , близьких за обраним критерієм об'єкта  $S$ , що підлягає класифікації.

Рядок таблиці навчання  $T_{nm}^0 I(S_j) = \{a_{1j}^j, \dots, a_{mj}^j\}$  і розпізнаваний рядок  $I(S) = \{X_1, X_2, \dots, X_m\}$  вважають схожими, якщо виконуються нерівності  $|a_{ik}^j - X_k| \leq \Phi_k$ , де  $\Phi_k$  ( $k = \overline{1, m}$ ) – точність порівняння. Учень належить до класу  $K_j$ , який має максимальну оцінку  $\max \Gamma(S, K_j)$ ,  $j = \overline{1, m}$ . Таку модель застосовують також у модифікованому варіанті: замість однієї таблиці навчання, що містить інформацію для різних класів, використовують чотири таблиці навчання для класів «відмінно», «добре», «задовільно» і «незадовільно», названі еталонними таблицями оцінювання.

**Моделі на основі статистичних гіпотез.** Відповідно до цієї моделі існує два основних види розподілів імовірності оцінок РНД – біноміальний і нормальний [86]. У результаті тестування відносний опис поведінки того, хто навчається, складається з вибірки у вигляді  $N$ -розрядного кода, що містить висновки (відповіді) випробуваного на тестові завдання (0 – неправильна відповідь, 1 – правильна відповідь). За допомогою суми значень ознак цієї вибірки можна встановити оцінку РНД випробуваного за підсумками тестування. У контексті визначення його приналежності до певного класу навченості важливим є таке: перевищує або не перевищує ця сума величину певним чином сформованого оптимального порогу навченості того, хто проходить тестування. Для вибору цього оптимального порогу навченості використовують відомі в теорії статистичних гіпотез критерії. При цьому враховують, що кількість завдань у тесті може бути фіксованою або визначатися програмою тестових випробувань.

Алгоритми класифікації осіб, які проходять тестування, є оптимальними, оскільки вони базуються на критеріях, що забезпечують або мінімальну помилку прийняття рішень за фіксованої вибірки (критерії Байеса, Неймана–Пірсона, мінімакса), або мінімальну вибірку спостережень за заданих помилок прийнятого рішення (критерій Вальда).

Таким чином, для оцінювання знань учнів застосовують різні моделі й алгоритми: від найпростіших, таких, що враховують лише відсоток правильно виконаних завдань за дихотомічної системи оцінки окремого питання, до складних, які передбачають використання будь-яких параметрів контролю та багатобальну систему оцінки як окремих завдань, так і роботи загалом. У табл. 1.4 вищерозглянуті моделі порівнюють з позицій параметрів навчального завдання та параметрів контролю знань.

Усі методи оцінювання передбачають у процесі контролю знань збір даних про його хід, останні визначаються на етапі навчання та можуть бути змінені вчителем перед початком контролю знань. Метод лінійно-кускової апроксимації та моделі на основі імовірнісних критеріїв припускають також обчислення деяких функцій, які зазвичай використовують для визначення подальшого ходу контролю.

Таблиця 1.4

**Моделі оцінювання та використовувані параметри  
(Л. Зайцева, Н. Прокоф'єва)**

№	Моделі оцінювання знань	Інформація, що застосовується	
		Параметри завдання	Параметри контролю знань
1	Найпростіша модель	–	Кількість завдань; кількість правильних відповідей
2	Модель, що враховує час відповіді	–	Кількість завдань, кількість правильно виконаних завдань у межах встановленого часу
3	Модель на основі рівнів засвоєння	Рівень засвоєння навчального матеріалу; трудність і складність навчального матеріалу	Кількість правильно виконаних істотних операцій; загальна кількість істотних операцій у завданнях
4	Метод лінійно-кускової апроксимації	Значущість, трудність, специфікація	Кількість завдань; кількість спроб виконання завдань; кількість звернень за довідкою; кількість завдань, що виконані з перевищенням ліміту часу; граничні значення
5	Моделі на основі імовірнісних критеріїв	Складність	Кількість завдань; час відповіді; апіорна імовірність отримання оцінки; граничні значення; ризики недооцінки та переоцінки
6	Моделі на основі алгоритмів обчислення оцінок	–	Кількість завдань; кількість спроб; кількість звернень за довідкою; точність порівняння

Зазначимо, що першочерговим завданням будь-якої освітньої установи є підготовка фахівців до діяльності в умовах швидкого вдо-



сконалення техніки та технологій, у зв'язку з чим необхідно оперативно поповнювати професійні знання [85; 98; 113; 284; 318; 350; 532]. Одним із ефективних розв'язань цієї проблеми є поширення технологій експертних систем навчання (табл. 1.5), дистанційного навчання (ДН) і тьюторського супроводу [85; 107; 109; 174; 193; 234; 275; 354; 487; 537; 541; 544].

Таблиця 1.5

**Типологія експертно-навчальних систем  
(Б. Герасимов, О. Оксіюк, С. Шворов)**

№	Тип системи	Склад	Призначення
1	Консульта-тивна	Навчальне середовище. Пояснення	Консультація під час розв'язуван-ня завдань та пошуку інформації
2	Діагностуюча	Розв'язання завдань. Діагностика. Модель учня	Діагностика помилок під час розв'язування завдань
3	Керуюча	Розв'язання завдань. Діагностика. Керування учнем. Модель учня	Навчання поняттям та формування вмій (навичок) на основі моделювання знань учня
4	Супроводжу-вальна	Інструментальна система. Діагностика. Керування учнем	Спостереження за поведінкою користувача та допомога у разі помилкових чи нерациональних дій

Пріоритетом розвитку системи ДН має бути впровадження сучасних ІТ для забезпечення сприйняття тими, хто навчається, складної інформації на більш високому рівні розуміння, що відображено у працях джерел [31; 42; 52; 85; 86; 98; 109–114; 118; 139; 156; 163; 166; 171; 174; 176; 177; 191; 193; 199; 230; 231; 233; 234; 252; 275; 281; 282–285; 302; 318; 329; 350; 354; 362; 487; 511; 521; 530; 532; 537; 541; 544; 545].

### Висновки до розділу 1

Таким чином, узагальнюючи отримані та подані в розділі 1 нові аналітичні наукові результати, вкажемо на такі найбільш суттєві з них.

1. З аналітичних досліджень системно-інформаційних основ управління НВП впливає багатогранність підходів до визначення як наукових заasad управління, так і механізмів цього процесу. Виявлено, що досі немає єдиного вичерпного визначення поняття «управління» загалом та «управління в освіті» зокрема. Це можна пояснити тим, що управління має міждисциплінарний характер і синтезує дані різних наук. Більшість науковців тлумачать поняття «управління» як вид людської діяльності, спрямований

на забезпечення функціонування та розвитку керованого об'єкта, що базується на управлінських процесах, знаннях про них, їх організації тощо.

Водночас управління НВП ЗЗСО – це управління змінами в системі діяльності учасників цього процесу (суб'єкта й об'єкта управління). Для здійснення цього необхідно знати, які зміни відбуваються, які кваліметричні показники їх характеризують, і впливати на зазначені зміни.

2. Відповідно до постулатів функціонування так званих організаційних систем визначено, що провідним чинником в управлінні є отримання інформації, яка має бути максимально структурованою та динамічною, щоб найкращим чином описувати закономірності та передбачувати тенденції розвитку НВП. Цього досягають шляхом застосування в управлінні НВП методології системного аналізу, теорії прийняття рішень і теорії корисності.

3. Діяльність учасників управління НВП визначають як безперервний ланцюг рішень, що виробляються та реалізуються в явних і неявних формах і під впливом багатьох чинників різної природи. Оскільки управління здійснюється за певними кваліметричними показниками, то це передбачає можливість застосування для їх визначення методів теорії якості та теорії кваліметрії. Наведене пояснює нагальну потребу в подальшому розробленні нових ефективних механізмів, методів, технологій і процедур удосконалення управління соціально-педагогічними системами.

4. Розкрито суть і сучасні особливості реалізації кваліметрії в системному управлінні НВП ЗЗСО. Поняття якості освіти розглянуто як філософська категорія, а також у контексті споживчої якості, що відкриває перспективи для застосування у процесах кваліметрії та управління НВП методів теорії якості.

Встановлено спільність підходів (єдність принципів у розгляді об'єктів; поєднання формальних і неформальних методів досліджень; необхідність розв'язання багатокритеріальних задач прийняття рішень; використання ієрархічної структури системи критеріїв, а також властивостей і показників якості тощо) та методологічні відмінності (пов'язані, головним чином, зі ступенем їх практичної реалізації в оцінці якості навчання) між системним аналізом і кваліметриєю.

5. Показано, що ефективна реалізація компетентнісного підходу щодо формування сучасного випускника ЗЗСО неможлива без здійснення адекватної кваліметрії відповідних компетентностей у прийнятій шкалі вимірювань. Причому кваліметрія компетенцій соціально-гуманітарного змісту лише декларується, однак жодним чином не відбувається через відсутність відповідного методологічного забезпечення. Тому процедури виміру характеристик об'єктів НВП є головною проблемою аналізу людської діяльності в зазначеній сфері.

6. З аналізу методів теорії систем і системного аналізу випливає, що головні положення теорії кваліметрії зводяться до розгляду показників і критеріїв якості систем, співвідношення яких є універсальним для будь-яких гуманістичних систем. Виокремлено їх спільні риси, властивості й особливості, що створює можливість їх застосування під час побудови системи кваліметрії НВП.

7. Здійснено системну класифікацію сучасних моделей оцінювання знань, з аналізу яких зрозуміло, що найбільш значущими серед них є моделі, побудовані на основі нечіткої логіки, а також моделі інтегральної оцінки знань. Розглянуто особливості кваліметрії знань за відсутності їх об'єктивного контролю, що висуває вимогу щодо забезпечення ефективної дефазифікації якісних оцінок бальних шкал для подальшого застосування в процедурах моніторингу НВП.

8. Узагальнюючи результати аналітичних досліджень, поданих у розділі 1, можна констатувати, що обґрунтовано динаміку та перспективи розвитку методології системного підходу і кваліметрії в педагогічних дослідженнях.

## **РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СИСТЕМНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КВАЛІМЕТРІЇ В УПРАВЛІННІ НАВЧАЛЬНО- ВИХОВНИМ ПРОЦЕСОМ**

### **2.1. Реалізація принципів системності та критеріїв цілеспрямованості в аналізі, кваліметрії та прийнятті рішень у процесі управління навчально-виховним процесом**

Навчально-виховний процес є складною системою [115], відмінність якої полягає в численних і різних за типом зв'язках між її елементами, що існують окремо, а також наявністю системної властивості емерджентності [22; 314; 348; 409], якої не має бути серед її складових. Елементи складної системи взаємодіють певним чином, що визначається внутрішніми властивостями та спрямованістю на виконання головних функцій системи. Такі особливості конкретної системи називатимемо організацією. Будь-яка складна система має особисту, властиву лише їй організацію [71; 117; 271; 329 та ін.]. Більш детальне дослідження надає можливість виокремити певні їх закономірності. Це означає, що організація може вивчатися окремо, незалежно від конкретного змісту й призначення складної системи. Типові абстраговані властивості організації – це наявність між елементами відношень підлеглості, послідовності та інша впорядкованість процедур, узгодженість подій і цілей, своєчасна передача інформації та керування, вплив на спрямованість процесів, прийоми врахування невизначеностей тощо. Оскільки НВП функціонує як система, то метою більш високого рівня вивчення його організації постає проблема управління нею [22; 113; 172; 221]. Провідною операцією є прийняття рішень: деякий формалізований/неформалізований вибір, що надає можливість досягти фіксованої конкретної мети або просунути в напрямі її досягнення. Системний аналіз є спеціальною науковою дисципліною, яка вивчає проблеми прийняття рішень в умовах аналізу значної кількості інформації та альтернатив, з-поміж яких здійснюється вибір.

Методи системного аналізу, зокрема прийняття рішень, є надзвичайно важливими у НВП, оскільки ми спостерігаємо вплив на нього значної кількості об'єктивних і суб'єктивних чинників, які мають як стохастичну (імовірнісну, випадкову, частотну), так і нестохастичну (невизначену) природу. Наразі опубліковано багато праць, що присвячені механізмам розробки, прийняття та реалізації рішень. Проте відповідні методи, алгоритми, процедури та технології, як зазначалося вище, не узагальнені

та не адаптовані для потреб педагогіки, хоча ми і зустрічаємо в педагогічних працях [101; 168; 169; 293; 306; 333; 440; 476; 513] висвітлення окремих елементів системного аналізу.

Зміст багатьох концепцій системного аналізу схожий на те, що осмислено та сформульовано в багатьох психологічних теоріях мислення [228; 361; 490], які досліджують процес розв'язання задач і проблем. Необхідно визначити те, як можна застосувати основні принципи системного аналізу для досліджень проблем управління та кваліметрії НВП [198; 414].

Управління – це важлива дія в цілеспрямованих освітянських системах [9; 115; 222; 228; 348]. Воно пов'язане з постановкою цілей, адже можливість втручання у вибір альтернативи робить процес у системі варіативним, а один чи більше з цих варіантів таким, який сприяє досягненню мети [485; 590]. І оскільки НВП як складну систему необхідно розглядати, з одного боку, як ціле, а з іншого – як такий, що складається з окремих частин, то його зручно досліджувати за допомогою принципів системного аналізу (рис. 2.1) [22; 97; 115; 198; 251; 310; 348; 414], які узагальнюють досвід діяльності людини в складних системах.

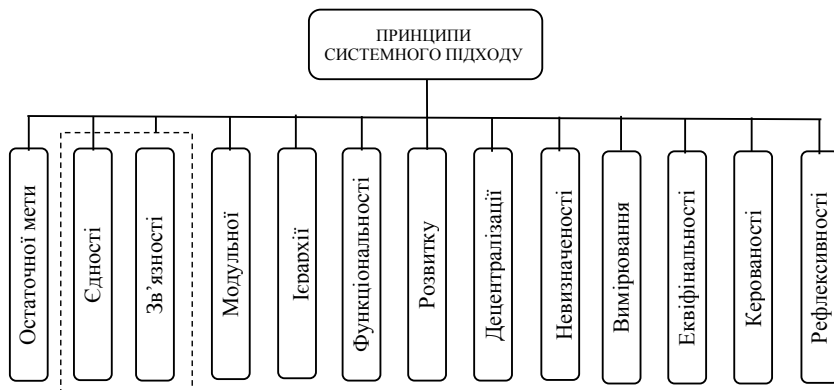


Рис. 2.1. Головні принципи системного підходу

Наразі не існує загальноприйнятих формулювань принципів системного аналізу, тому залежно від наукових уподобань дослідників вони можуть мати певні відмінності, хоча йдеться фактично про ті самі поняття. Розглянемо їх більш детально.

*Принцип остаточної (кінцевої, глобальної) мети* означає, що НВП має бути підпорядкованим глобальній меті, наприклад, отриманню випускниками ЗЗСО такого РНД, що сприяв би їх конкурентоздатності, наприклад під час вступу до закладів вищої освіти. Це означає, що будь-які

спроби змінити чи вдосконалити навчальні плани, підручники, методики викладання, ТЗН, які використовують, необхідно розглядати в такому контексті: допомагають чи заважають вони досягненню цієї глобальної мети, яку визначають державні стандарти освіти, вимоги суспільства і потреби ринку праці. Це накладає особливу відповідальність за чітке трактування мети. Отже, ціль первинна. Для її реалізації потрібно належним чином формувати організовану систему управління НВП.

Обґрунтованості вибору досягають за умови, що він відповідає критеріям раціональної (розумно обґрунтованої) поведінки систем прийняття рішень [314]. Однак варто зауважити, що раціональні рішення приймаються та реалізуються в цілеспрямованих системах. У НВП мета може змінюватися. З огляду на це, структура та/або спосіб функціонування системи також мають змінюватися, тобто ціль зумовлює структуру та поведінку системи. Ціль необхідно сформулювати так, щоб її можна було оцінити (задати) кількісно.

Принцип остаточної мети будь-якої діяльності може бути успішно реалізовано за дотримання таких правил [62; 115; 198]:

1) необхідно чітко сформулювати мету діяльності, оскільки нечіткі та невизначені цілі призводять до нечіткості в структурі управління НВП і провокують невірні висновки та дії. Такі дії можуть також бути наслідком недовіри до можливості досягнення остаточної мети;

2) аналіз варто здійснювати, ураховуючи головну мету (функції, основного призначення) досліджуваної системи, що надасть можливість визначити істотні властивості, показники якості та критерії оцінки ефективності її функціонування;

3) у процесі синтезу систем будь-яку спробу зміни або вдосконалення необхідно оцінювати щодо того, допомагає або заважає вона досягненню кінцевої мети;

4) мету функціонування підпорядкованої системи задає система більш високого ієрархічного рівня, складовою частиною (підсистемою) якої є досліджувана система.

*Принципи єдності та зв'язності* мають тісний взаємозв'язок, тому їх об'єднують в один *принцип єдності та зв'язності*. Отже, *принцип єдності* зорієнтований на «погляд всередину» системи або її частин, тобто розгляд системи як цілого і як сукупності частин (елементів). Розчленування системи має відбуватися зі збереженням цілісних уявлень про неї. *Принцип зв'язності* відображає «погляд зсередини» і передбачає розгляд будь-якої частини разом з її оточенням, а також передбачає проведення процедури виявлення зв'язків між елементами системи і виявлення зв'язків із зовнішнім середовищем (врахування зовнішнього середовища). Згідно з наведеним, з одного боку, систему необхідно визна-

чати як частину (елемент, підсистему) іншої системи, суперсистеми або «старшої» системи, а з іншого – як елемент або сукупність елементів структури, виділених для самостійного дослідження, мають бути не лише керованими стосовно «старшої» системи, а й керуючими стосовно молодшого в ієрархічному відношенні елемента структури системи. З боку «старшого» рівня для зв'язаних з ним елементів надходять параметри цілепокладання. Досліджуваний елемент має виробляти для «молодших» елементів параметри цілепокладання, а також контролювати правильність і своєчасність їхньої реалізації. Можемо виокремити два важливих наслідки *принципу зв'язаності* [310].

1. Керований елемент повинен мати зовнішні критерії на вході та виході, що характеризують ступінь відповідності поведінки меті керування. Старший за ієрархією елемент задає вхідний критерій, а критерій на виході – формує досліджуваний елемент. Значущість зовнішнього критерію на вході підтверджує те, як досліджуваний елемент виконує задачу керування, поставлену старшим елементом. Значущість зовнішнього критерію на виході показує, яким чином сам елемент керує ієрархічно підлеглими елементами.

2. Досліджуваний елемент є вільним у виборі сукупності внутрішніх критеріїв, призначених для оптимізації поділу його ресурсів із метою максимальної відповідності зовнішнім критеріям.

Орієнтація на певний принцип є корисною на різних етапах аналізу НВП. Застосування принципів системного аналізу дає змогу розглядати НВП як ціле та сукупність його складових (лекційні та практичні заняття, різні форми контролю, планування, мотиваційні чинники тощо), а також досліджувати будь-яку його частину разом з її зв'язками з оточенням.

*Принцип модульної побудови* вказує на можливість адаптації структури до зміни цілей та умов функціонування системи в структурі шляхом прогнозування (моделювання) характеру змін у різних умовах. Принцип передбачає розгляд сукупності вхідного та вихідного впливу системи на заміну її частини, що відповідає «чорній скриньці» [348]. Цей принцип допомагає абстрагуватися від зайвої деталізації з метою забезпечення можливості адекватно описувати НВП.

*Принцип ієрархії* сприяє пошуку або створенню у НВП (як у системі домінуючого характеру) зв'язків між елементами, модулями, цілями та/або їх ранжування [90; 120; 301; 448; 482]. Наприклад, під час підготовки до заняття педагог спочатку відокремлює ті завдання, які, на його думку, можуть викликати в учнів найбільші труднощі, а вже потім приділяє увагу завданням із низхідним рівнем складності. Один із дидактичних принципів навчання «від простого – до складного» також базується на відповідній ієрархії. Неможливо організувати правильну реалізацію

навчального плану без урахування ієрархічності викладення навчальних дисциплін та їх взаємної узгодженості. Принцип зумовлює корисність виявлення систем переваг учасників НВП.

*Принцип функціональності* вказує на тісний зв'язок структури з функцією системи та її частин. Це сумісний розгляд структури і функції з пріоритетом функції над структурою. Таким чином, досліджувати структуру необхідно після розуміння функцій самої системи, що визначається вертикальною декомпозицією [198; 314; 403]. Оскільки функції передбачають утворення процесів, то доцільно окремо розглядати процеси, функції та структури. Процеси зводяться до аналізу матеріальних, енергетичних, інформаційних потоків, а також зміни станів. З огляду на це, структура – це множина обмежень на потоки, які перелічені в просторі та часі.

*Принцип розвитку* враховує динамічність системи, її здібності до розвитку, адаптації, розширення, заміни частин, а також до накопичення інформації. В основу системи, що синтезується, потрібно закласти можливість розвитку, нарощування й удосконалення. Розширення функцій передбачають за рахунок забезпечення можливості залучення нових модулів, сумісних з уже наявними. Принцип розвитку також орієнтує на необхідність врахування передісторії розвитку наявної системи для розмежування закономірностей її функціонування.

Поняття розвитку в контексті збереження якісних особливостей може бути виділено в будь-якій природній системі, а в штучних системах можливість розвитку й удосконалення покладена в основу їх створення. Наприклад, в умовах кредитно-трансферної системи організації навчального процесу припускається можливість змінювати та вводити нові модулі в кожній навчальній дисципліні для вдосконалення НВП. Досліджуваний принцип реалізують через розгляд системи щодо її життєвого циклу з такими умовними фазами:

*проектування* → *виготовлення* → *введення в експлуатацію* →  
→ *зворотний зв'язок та експлуатація* → *нарощування можливостей*  
(*модернізація*) → *вивід з експлуатації (заміна)*.

Цей принцип також називають принципом зміни (історичності) або відкритості. Таким чином, для того, щоб система функціонувала, вона має змінюватися, взаємодіяти з середовищем.

*Принцип децентралізації* передбачає поєднання централізованого та децентралізованого управління в складних системах. Він полягає в тому, що ступінь централізації має бути мінімальним (лише для забезпечення виконання поставленої мети). Принцип рекомендує, щоб керівний вплив і рішення, які приймаються, виходили не лише з одного центру, оскільки система з повною централізацією, з одного боку, не є гнучкою, а з іншого – є такою, що не має «внутрішньої активності». Наприклад, МОН



України не є органом, який одноосібно керує будь-яким навчальним закладом, оскільки управління НВП у будь-якому ЗЗСО здійснюють, окрім керівника, ще й представники педагогічної (вченої) ради, заступники та інші посадовці. Цей принцип передбачає надання закладам освіти певної свободи щодо розвитку внутрішньої демократії та учнівського самоврядування. Принцип децентралізації, як вимогу до автономії ЗЗСО, викладено у Законі України «Про загальну середню освіту» [152].

Те, що в централізованих системах можна зробити за короткий час, у децентралізованій відбувається досить повільно. У поволі змінній обстановці децентралізована частина системи успішно забезпечує адаптацію поведінки системи до середовища досягнення глобальної мети за рахунок оперативного управління. Її недолік полягає в збільшенні часу адаптації системи у швидко змінних середовищах. Тому в таких умовах має здійснюватися централізоване управління з переведення системи в новий стан. Недоліком централізованого управління є складність управління, що пов'язана з величезним потоком інформації, який обробляється у «старшій» системі управління. Тому в складній системі зазвичай вводять два рівні управління.

*Принцип невизначеності* зорієнтовано на врахування невизначеності та випадковості в системі, де структура функціонування або зовнішні дії не є цілком визначеними. За цим принципом, будь-який учасник НВП може мати справу з системою, де не все відомо чи зрозуміло. Наприклад, відвідання семінарського заняття непідготовленим учнем, коли вид події відомий (запрошення / не запрошення до відповіді), проте сама дія може або відбутися, або ні.

Одним із засобів зняття невизначеності є прогнозування гіршого сценарію розвитку небажаної ситуації (наприклад, упевненість учня в невідворотності запрошення до відповіді, особливо в умовах упровадження автоматизованих систем контролю знань), а потім повернення за рахунок зворотного зв'язку до вихідного стану та реалізація дій для попередження цього небажаного розвитку, тобто ретельна підготовка до заняття. Таку невизначеність, як конфлікт у діаді «педагогічний працівник – учень» розв'язують за допомогою методів теорії ігор [178; 198; 413; 421]. Невизначеність можна також усувати, орієнтуючись на інформацію про статистичні характеристики випадковостей (математичне очікування, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, інші оцінки) [24; 101; 108; 169; 293; 330; 440; 479; 513], що надають можливість визначати імовірнісні показники виходів у системі. Однак складні відкриті освітнянські системи не завжди підкоряються імовірнісним законам. У них можна якісно оцінювати «гірші» ситуації та проводити розгляд саме для них. Цей спосіб називають *методом гарантованого результату*.

За рахунок дублювання та інших прийомів іноді можливо з «ненадійних» елементів створювати досить «надійні» системи.

*Принцип вимірювання.* Якість функціонування певної системи оцінюють у контексті системи вищого порядку, тобто уявляючи її як складову більш загальної системи та проводячи оцінку зовнішніх властивостей досліджуваної системи щодо цілей і завдань суперсистеми.

*Принцип еквіфінальності.* Система може досягти необхідного кінцевого стану, незалежного від часу і визначеного власними характеристиками системи за різних початкових умов і способів. Це форма стійкості відносно початкових і граничних умов.

*Принцип керованості (адаптивності).* Створювана організаційна структура має бути керованою (адаптивною), тобто здатною змінюватися залежно від цілей та умов функціонування системи. Зміна структури може відбуватися шляхом зміни її типу, кількості елементів, зв'язків між ними тощо.

*Принцип рефлексивності* поширюється лише на визначений клас структур – конфліктуючі організаційні структури. Ці структури під час взаємодії мають явно виражені антагоністичні цілі типу: «чим гірше супротивникові (опонентові), тим краще мені». Суть цього принципу полягає в тому, що взаємодіючій структурі (супротивнику, опонентові) «прищеплюють» певні наміри, які стимулюють бажаний вибір супротивником власної структури. Для реалізації цього принципу необхідно послідовно вивчити властивості та тенденції поведінки антагоністичної структури. Це означає, що організаційна структура має бути здатною до навчання, самонавчання та накопичення досвіду.

Наведені принципи системного аналізу мають високий ступінь узагальнення. З огляду на це, їх наповнюють конкретним змістом щодо предмета дослідження. Це може сприяти формулюванню обґрунтованого висновку стосовно незначущості певного принципу. Знання й урахування принципів системного аналізу дають змогу краще побачити особливості прийняття рішень в управлінні НВП, урахувати комплекс взаємозв'язків, забезпечити системну інтеграцію. Окрім головних, дослідники використовують інші принципи. Наприклад, *принцип зовнішнього середовища* має характер дублювання чи уточнення вже розглянутих принципів. Орієнтуючись на дослідження НВП, необхідно проаналізувати такі додаткові принципи.

*Принцип повноваження.* Дослідник, педагогічний працівник, організатори НВП мають бути здатними і мати можливість (а в деяких випадках і право) досліджувати проблему, що виникла.

*Принцип організованості.* Рішення, дії та висновки в системі мають відповідати ступеню її деталізації, визначеності й організованості, адже неможливо керувати системою, де не виконуються розпорядження.

*Принцип чутливості* нагадує принцип організованості та передбачає, що втручання у функціонування системи має узгоджуватися з рівнем її реакції на це втручання.

*Принцип згортки* застосовують за умови, що інформація та керуючі впливи згортаються (укрупнюються, узагальнюються) під час руху знизу вгору за ієрархічними рівнями.

Інтерпретація принципів системного аналізу для частинного випадку може сприяти формуванню обґрунтованого висновку щодо незначущості якого-небудь з них або відсутності умов для їх використання. Так, у системі може бути відсутня ієрархія або її можуть вважати цілком детермінованою, або зв'язки можуть бути закладені в самій математичній моделі, а отже, не потребують спеціального розгляду. Багаторазове використання керівництвом закладу освіти або окремим педагогічним працівником принципів системного аналізу з метою аналізу власної професійної діяльності буде сприяти формуванню особливого типу мислення, названого системним. Такий працівник уміє більш адекватно ставити, а потім й розв'язувати складні проблемні ситуації у НВП.

Освітня система, має мету – передбачуваний ідеальний (бажаний, прогнозний) стан функціонування. Більшість нормативних документів щодо розвитку та управління освітньою системою України є уявленнями їхніх розробників щодо ідеальних результатів НВП [136; 318; 297; 311 та ін.]. Для досягнення цієї мети система має відповідати *критеріям цілеспрямованості* (утворення ієрархії підцілей, вибір засобів, повернень, уникання повторів, споживання) [9; 222; 228], що були комплексно адаптовані й узагальнені для потреб дидактики [198].

Таким чином, *утворення ієрархії підцілей* відповідає спроможності *цілеспрямованої системи*, основуючись на *глобальній меті*, створювати підцілі 1-го, 2-го, ..., *n*-го ієрархічних рівнів. Для цього будують дерево цілей усієї педагогічної системи чи окремих її підсистем, що зазвичай має певну рангову ієрархію (рис. 2.2): глобальна (мега-) ціль (рівень *O*) → підцілі (підцілі) першого рангу (рівень *A*<sub>1</sub>) → підцілі другого (за ступенем важливості) рангу *A*<sub>1</sub>*B*<sub>1</sub>, де *B* – рівень другого рангу...

Нехай *рівень O* – це бажання отримати роботу, що задовольняє моральні та матеріальні потреби. Тоді на *рівні A*: *підцілі A*<sub>1</sub> – це отримати теоретичні знання, *підцілі A*<sub>2</sub> – отримати практичні навички; *підцілі A*<sub>3</sub> – отримати диплом. Водночас на *рівні B*, *підцілі A*<sub>3</sub>*B*<sub>1</sub> – написати та захистити дипломну роботу; *підцілі A*<sub>3</sub>*B*<sub>2</sub> – успішно скласти іспити тощо.

Частинні (локальні) цілі постають засобом досягнення глобальної мети. Відсіювання та вибір локальних цілей, встановлення відносин порядку між ними дає змогу сформуванню впорядкованої множини локальних цілей, що відповідає визначеній програмі досягнення глобальної мети.

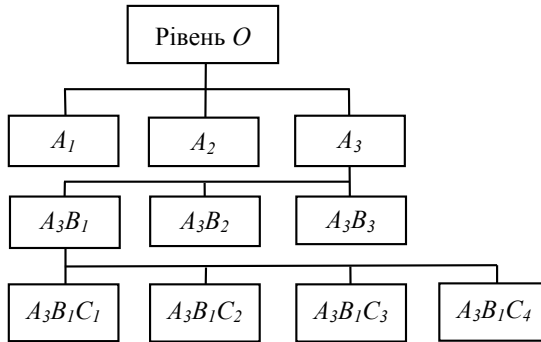


Рис. 2.2. Фрагмент ієрархічного дерева цілей

Якщо система має декілька глобальних цілей, то має бути реалізовано принцип компромісу у вигляді послідовності досягнення або відносної важливості цілей.

*Вибір засобів* – це здатність обирати засоби (методи, стратегії, програми, методики, алгоритми тощо), що адекватні завданням НВП. Розглядаючи НВП за цим критерієм, ми вважаємо, що формування особистості можливе за умови впливу на неї інформації в процесі вчення через певні способи та засоби. На рис. 2.3 проілюстровано, як може будуватися діяльність учасників НВП із використанням змісту навчального матеріалу, методів, засобів та організаційних форм навчання для отримання певного бажаного кінцевого результату.

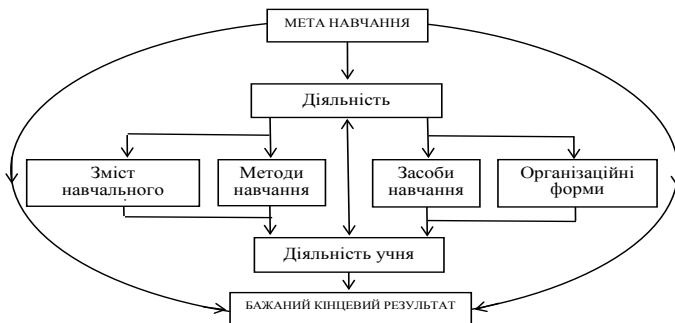


Рис. 2.3. Структура навчально-виховного процесу (В. Марігодов, 2005)

Якщо НВП було перервано у зв'язку з виникненням певних обставин – зовнішніх (завершення певного етапу навчального плану) або внутріш-

ніх (втома чи хвороба), то цілеспрямована система здатна повернутися через деякий час до того місця, на якому процес було перервано, тобто задовольнити *критерій повернення*. Наприклад, закінчивши одне заняття на певному етапі викладення навчального матеріалу, педагогічний працівник розпочинає наступне заняття з цього самого місця. Причому він, як досвідчений методист, здійснює стислий огляд викладеного попереднього матеріалу, не пояснюючи його знову.

Реалізації *критерію уникнення повторів* сприяє пам'ять (короткотермінова, довготермінова, зовнішня). Наприклад, у класному журналі педагог фіксує не лише число та дату як факт реального проведення занять, а й вказує тематику. Тут ідеться не про повторення матеріалу, а про тиражування найбільш вдалих заходів з удосконалення НВП. У цьому процесі обов'язково має бути реалізовано структурно-логічну схему підготовки фахівців із чітко встановленими структурно-логічними міжпредметними зв'язками та структурно-логічними схемами викладання навчальних дисциплін. Відповідно до пропозицій, викладених у праці [89], можна визначити певну послідовність заходів (рис. 2.4). На рис. 2.4 суцільними стрілками показано найбільш важливі логічні взаємозв'язки дерева цілей.

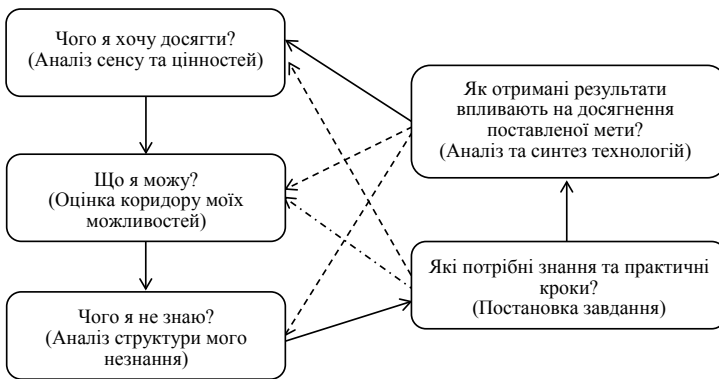


Рис. 2.4. Варіант стратегії досягнення мети  
(Ю. Воробйов, Г. Малинецький, Н. Махмутов)

*Критерій споживання.* Якщо учасник НВП досяг певних результатів діяльності, суб'єктивна цінність яких не менше корисності особисто бажаної кінцевої мети, то він вважає проблемну ситуацію розв'язаною та переходить до наступного етапу. Критерій суттєво пов'язаний з таким важливим структуроутворюючим компонентом особистості, як рівень домагань [154; 228; 236; 295; 461; 507; 517 та ін.].

## 2.2. Розробка структурної моделі системно-інформаційної кваліметрії в управлінні навчально-виховним процесом

Управління будь-яким процесом, зокрема навчально-виховним, передбачає здійснення таких етапів-функцій [77; 136]:

*оцінка обставин → планування → прогнозування → прийняття рішення → виконання рішення → контроль та облік → корекція виконання рішень.*

Прийняття рішень відіграє особливу роль з-поміж перерахованих функцій. Воно є більш узагальненим, аніж інші функції управління. Причому будь-яку з них можна розглядати як типову задачу прийняття рішення, яку розв'язують під час реалізації різних функцій управління НВП. Саме тому прийняття рішень вважається головною функцією будь-якого менеджменту [518].

Організатори й учасники НВП під час діяльності не завжди приділяють належну увагу процесу прийняття рішень, оскільки у свідомості людини зазвичай діє принцип «плоского максимуму». Його суть полягає в тому, що за дискретного набору можливих рішень (альтернатив) у переважній більшості випадків стає очевидно, яке з них краще. Або вибір певної альтернативи серед них має незначні наслідки для людини, яка приймає рішення [223]. Надалі діяльність учасників НВП у загальному контексті розглядатимемо саме як безперервний ланцюг рішень, які розробляють та реалізують в явних та неявних формах та під впливом багатьох чинників різної природи.

Отже, згідно з [228; 314] вважатимемо, що *прийняття рішень* – це цілеспрямований акт емоційно-вольового вибору однієї з декількох стратегій, альтернатив, наслідків, результатів тощо шляхом перетворення вихідної інформації, коли ситуація невизначена. Педагогічний працівник обирає методи, засоби, педагогічні прийоми навчання, приймає рішення щодо оцінювання знань, проявляє емоції та волю, виставляючи негативну оцінку, унаслідок чого старшокласник може отримати погану оцінку з певної навчальної дисципліни, що негативно впливає на показники атестату чи навіть ЗНО. Сам старшокласник приймає рішення щодо відвідування занять, виконання домашніх завдань, участі в роботі на заняттях, а також участі в загальношкільних чи класних заходах тощо.

Розглядаючи прийняття рішень у НВП, необхідно зупинитися на типовому уявленні про цикл цих процесів, що висунули Т. Пітерс і Р. Уотермен [352]:

*проблемна ситуація → формулювання проблеми → постановка цілі → пошук альтернативи → вибір критеріїв → оцінка альтернативи → прийняття рішення → реалізація рішення → оцінка рішення.*

Для будь-якої задачі прийняття рішень властивими є такі атрибути:

- 1) людина, яка приймає рішення – педагогічний працівник, директор ЗЗСО, учень – несе відповідальність за наслідки власних рішень;
- 2) множина змінних, значущість яких визначає учасник НВП. Їх можна назвати *керуючим впливом* чи *стратегіями*;
- 3) множина змінних, значущість яких залежить від вибору стратегій, що називають *вихідними змінними* – *характеристиками*;
- 4) множина змінних, значущість яких не регулює людина, яка приймає рішення. Якщо ці змінні визначають під час розв'язання певної задачі, тоді їх називають *параметрами*. Вони можуть змінюватися незалежно від людини, яка приймає рішення, у контексті чого стають зовнішнім середовищем;
- 5) заданий часовий інтервал, на якому здійснюється прийняття рішення в певній проблемній ситуації (тривалість навчання у ЗЗСО; обсяг навчального матеріалу з певної навчальної дисципліни; час, встановлений МОН України для здійснення певних заходів у ЗЗСО);
- 6) математична модель задачі прийняття рішень, що містить співвідношення, які пов'язують стратегії та параметри задачі з вихідними змінними;
- 7) обмеження, що відображають вимоги, які висуває задача, наприклад, державні стандарти навчання;
- 8) цільова функція (критерій оптимальності), що надає можливість оцінювати та порівнювати рішення.

Потрібно зауважити, що мету НВП як системи визначають різними способами. Якщо взяти за основу відповідні державні стандарти, то НВП можна розглядати з точки зору різних цілей, задовольняючи їх *певною мірою*. Цю *міру* називають *характеристикою системи стосовно цілі* та визначають у термінах *характеристичної функції* [222].

Нехай  $\chi$  – це множина навчальних контурів управління системи «педагогічний працівник – учень (навчальна група)», що відрізняється певними властивостями (РНД учнів), які визначають поняття мети НВП. Тоді характеристична функція  $\chi$  має такий вигляд:

$$\omega: \chi \times \chi \rightarrow [0, 1], \quad (2.1)$$

де  $\omega(x, x^*)$  – ступінь відповідності поточного стану досліджуваної системи цільовій системі (ідеальній).

Характеристичну функцію  $\chi$  зручно визначати *функцією відстані*:

$$\delta: \chi \times \chi \rightarrow R^+ \quad (2.2)$$

за допомогою виразу

$$\omega(x, x^*) = \frac{\delta_m(x, y) - \delta_m(x, x^*)}{\delta_m(\bar{x}, \bar{y})} = 1 - \frac{\delta_m(x, x^*)}{\delta_m(\bar{x}, \bar{y})}, \quad (2.3)$$

де  $\delta_m(\bar{x}, \bar{y}) = \max \delta(x, y)$ ,  $x, y \in \chi$ .

Відповідно до наведеного та головних положень теорії складних систем керування НВП може бути формалізовано з урахуванням таких передумов [22; 35; 120; 485 та ін.]:

- 1) НВП функціонує в часі і в кожний його момент знаходиться в одному з множини можливих станів;
- 2) НВП взаємодіє з зовнішнім середовищем, унаслідок чого на його вхід надходять відповідні сигнали;
- 3) НВП реагує на вплив зовнішнього середовища шляхом видачі вихідних сигналів;
- 4) стан НВП у кожний момент часу визначають попередні стани та вхідні сигнали, що надходять в даний момент часу та раніше;
- 5) вихідний сигнал у даний момент часу визначається станом НВП, а також вхідними сигналами, що належать до цього та попереднього станів.

Нехай  $T$  – це множина моментів часу  $t$ , у яких відбувається НВП,  $t \in T$ ;  $S$  – множина його можливих станів. Кожен із можливих станів у загальному випадку описують набором характеристик  $s_i \in S_i$ ,  $i = \overline{1, k}$ , де  $S_i$  – задані множини характеристик. Множину станів  $S$  визначають як прямий декартовий добуток множин  $S_i$ , що утворюють *простір станів системи*:  $S = S_1 \times S_2 \times \dots \times S_i \times \dots \times S_k$ . У загальному випадку стан системи  $s(t)$  у момент часу  $t \in T$  є точка  $s$  декартового простору  $S$  з координатами  $s_1 \times s_2 \times \dots \times s_i \times \dots \times s_k$ .

Множину вхідних сигналів  $x$  позначимо як  $X$ ,  $x \in X$ .

Вхідний сигнал, що надходить до системи в теперішній час  $t$ , позначимо через  $x(t)$ . Цей сигнал можна описати набором характеристик  $x \in X_i$ ,  $i = \overline{1, m}$ , де  $X_i$  – задані дискретні чи безперервні множини. Тоді прямий добуток  $X_1 \times X_2 \times \dots \times X_m$  можна назвати простором вхідних сигналів, де вхідний сигнал  $x$  є точкою з координатами  $x = x(x_1, x_2, \dots, x_m)$ . Множині  $X$  належать усі вхідні сигнали  $x(t)$ , а також сигнал, який означає його відсутність у момент  $t$ .

Відображення  $X=L(t)$ , що ставить у відповідність кожному  $t \in T$  деякий сигнал  $x \in X$ , будемо називати вхідним процесом  $L(t)$ .

Множину вихідних сигналів за аналогією з вхідною позначимо через  $Y$ ,  $y \in Y$ . Вихідний сигнал  $y(t)$ , який видає система в момент часу  $t$ , описують за допомогою набору характеристик  $y_i \in Y_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , де  $Y_i$  – задані множини). Тоді прямий добуток  $Y_1 \times Y_2 \times \dots \times Y_n$  буде простором вихідних сигналів.

Відображення  $y=K(t)$ , що ставить у відповідність кожному  $x \in X$  деякий сигнал  $y \in Y$ , будемо називати вихідним процесом  $K(t)$ .

З метою визначення поведінки системи в будь-який момент часу необхідно ввести співвідношення між станом системи і її вихідним сигналом у заданий момент часу  $t$  та станом системи і вихідними сигналами в момент



часу, що передував  $t$ . Перед розглядом цих співвідношень необхідно зауважити, що більшість динамічних систем керування, до яких, безумовно, належить і НВП, можуть зарахувати до класу так званих систем без післядії. Таким чином, для НВП як системи без післядії характерним є те, що його стан і поведінку в майбутньому визначають теперішнім станом, який не залежить від минулих станів. У реальних системах післядія має місце, однак вона не поширюється на відносно великий проміжок часу. Тому під час аналізу НВП можна обрати величину елементарного періоду  $\Delta t$ , таку, що при переході від теперішнього часу  $t_0$  до моменту  $t_0 + \Delta t$  вплив стану системи в момент часу  $t_0 - \Delta t$  на її стан у момент  $t_0 + \Delta t$  не буде помітним.

Системи без післядії можуть бути двох типів: детерміністські та стохастичні. Для систем першого типу її поведінку можна визначити, якщо задано *оператор руху*  $M$  і *оператор виходів*  $N$ . Оператор руху  $M$  визначає динаміку переходу системи з одного стану в інший:

$$s(t) = M \left[ t_0, t, s(t_0); (t, x_L)_{t_0}^t \right], \quad (2.4)$$

де  $s(t_0)$  – початковий стан  $s(t_0) \in Z$ ,  $t_0 \in T$ ;  
 $(t, x_L)_{t_0}^t$  – ділянка виходу процесу, що відповідає інтервалу  $(t_0, t)$ .

За фіксованих значень  $t_0, s(t_0), (t, x_L)_{t_0}^t$  оператор  $M$  реалізує відображення  $s = M(t)$  або  $s = s(t)$  множини  $T$  у множину  $S$ , яку називають *рухом системи*. Сукупність впорядкованих пар  $(t, s)$  для усіх  $t_0 \in T$ , де  $s$  визначається заданим рухом  $s = s(t)$ , називають *фазовою траєкторією системи*. Сукупність точок простору  $s$ , що відповідають в силу відображення  $s = s(t)$  усім  $t \in T$ , називають *траєкторією систему в просторі станів*.

Оператор  $M$  має відповідати таким головним умовам:

- а) рефлексивності:  $M \left[ t_0, t_1, s(t_0); (t, x_L)_{t_0}^t \right] = s(t)$ ;  
 б) однозначності:  $M \left[ t_0, t_1, s(t_0); (t, x_L)_{t_0}^t \right] = M \left[ t_1, t_2, s(t_1); (t, x_L)_{t_1}^t \right]$ ,  
 де  $t_0 \in T$ ,  $s(t_0) \in S$ ,  $s(t_1) \in S$ ,  $(t, x_L)_{t_1}^t$  – результат зчленування ділянок вхідного процесу  $(t, x_L)_{t_0}^t$  і  $(t, x_L)_{t_1}^t$ .

Оператор  $N$  визначає динаміку вихідних сигналів системи:

$$y(t) = N \left[ t_0, t, s(t_0); (t, x_L)_{t_0}^t \right] = N \left[ t, s(t) \right]. \quad (2.5)$$

Необхідно зазначити, що вихідні сигнали не обов'язково можуть генеруватися в кожний момент часу  $t$ . Тому можна припустити, що множина  $Y$  містить і пустий сигнал  $Y_\emptyset$ , який відповідає відсутності вихідного сигналу в момент часу  $t$ .

Оператори  $M$  і  $N$  об'єднуються у вигляді оператора  $F = M \times N$ , який визначається як *оператор функціонування системи*. Сукупність точок  $[s(t), y(t)]$  простору  $S \times Y$ , що відповідають усім  $t_0 \in T$ , визначається як

*траєкторія функціонування.* Функціонування стохастичної системи без післядії визначається впливом випадкових факторів. Тому для опису поведінки такої системи вводять поняття *випадкових операторів*:

$$\begin{cases} s(t) = M^* [t_0, t, s(t_0, \omega_0); (t, x_L)_{t_0}^t, \omega_1] \\ y(t) = N^* [t, s(t); \omega_2] \end{cases}, \quad (2.6)$$

де  $\omega_0, \omega_1, \omega_2$  – випадкові події, що належать простору випадкових подій  $\Omega$ , яким відповідають імовірнісні міри  $P_{s_0}(\omega_0), P_s(\omega_1), P_y(\omega_2)$ .

У процесі фіксації показників  $\omega_1$  і  $\omega_2$  систему називають *системою з випадковими станами*. Якщо ж фіксованими є  $\omega_0$  і  $\omega_1$ , то йдеться про *систему з випадковими виходами*, а коли фіксованими є  $\omega_0$  і  $\omega_2$ , то йдеться про *систему з випадковими переходами*.

Динаміку стохастичної системи в просторі станів можна описати поведінкою випадкового процесу  $s(t, \omega)$  з областю значень станів системи  $S$ .

Математичний апарат, який було розглянуто, описує загальні закономірності, що властиві процесам функціонування складних, організаційних і активних дидактичних систем керування. Його практичне застосування з урахуванням принципів системного аналізу та критеріїв цілеспрямованої поведінки систем вироблення рішень (*підрозділ 2.1*) було здійснено в розробленій нами структурній моделі системно-інформаційної кваліметрії в управлінні НВП (*рис. 2.5*), яка є *універсальною як для закладів вищої, так і закладів середньої освіти*.

Модель, що подана на *рис. 2.5*, враховує особливості фізичної суті досліджуваних процесів [522]. Вона акцентує увагу на кваліметрії та прийнятті рішень і має три модулі:

- 1) загальне управління НВП у ЗЗСО;
- 2) етапи управління та прийняття рішень;
- 3) системно-інформаційна кваліметрія.

Перший модуль є вершиною ієрархічної структури моделі та залежить від вимог держави, суспільства та ринку праці, що є системоутворюючим чинником організації й управління НВП, спрямованим на підготовку конкурентоздатного фахівця високого рівня освіченості. Тому система управління НВП має бути цілеспрямованою та задовольняти розглянутим вище критеріям цілеспрямованої поведінки систем вироблення рішень (ієрархія підцілей, вибір засобів, повернення, уникнення повторів, споживання). Завдяки цьому забезпечується ефективність планування та безпосереднього управління НВП [126].

Серед критеріїв, які було розглянуто в підрозділі 2.1, необхідно звернути особливу увагу на критерій споживання, що базується на постулатах теорій корисності, потреб і задоволення, а також відповідає уявленням людини, яка приймає рішення в НВП щодо ступеню корисності (бажаності,

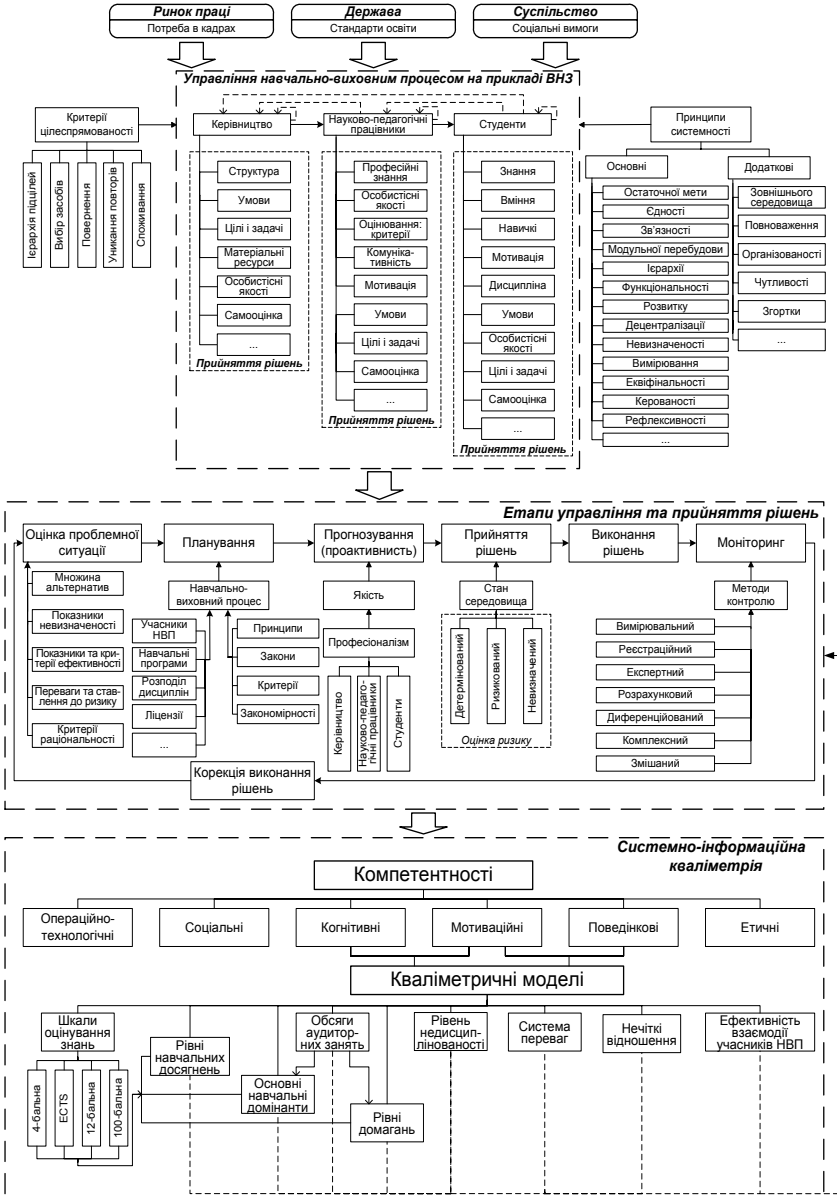


Рис. 2.5. Структурна модель системно-інформаційної кваліметрії в управлінні навчально-виховним процесом

значущості, прийнятності, привабливості тощо) дидактичних альтернатив, об'єктів, заходів тощо, з яких здійснюється вибір. Їх ураховують у третьому модулі моделі управління (рис. 2.5) у процесі кваліметрії таких реперних показників і характеристик управління і прийняття рішень у НВП, як:

– РНД (шляхом побудови відповідних функцій належності лінгвістичної змінної з відповідною назвою «РНД» як нечітких моделей кваліметрії, а також порівняння академічних успіхів тих, хто навчається у різних оціночних системах) (розділ 3);

– основні навчальні домінанти (фактично відображають мотивацію на досягнення успіху/запобігання невдач у навчанні) та рівні домагань учасників НВП, які є найкращим показником мотивації на навчання та критерієм самооцінки. Кваліметрію вказаних показників здійснюють шляхом побудови оцінних функцій корисності для закритих (за обмеженою кількістю точок) і відкритих (за формально необмеженою кількістю точок) задач прийняття рішень);

– системи переваг учасників НВП, що встановлюються на множині показників та характеристик НВП, а також з аналізу ефективності взаємодії учасників НВП.

Перелічені кваліметричні показники системно-інформаційно забезпечують ефективність функціонування другого модуля моделі на рис. 2.5.

Варто зазначити, що ефективність функціонування першого досліджуваного модуля управління НВП забезпечує реалізація основних (остаточної мети, єдності, зв'язаності, модульної перебудови, ієрархії, функціональності, розвитку, децентралізації, невизначеності, вимірювання, ефективності, креативності, рефлексивності) і додаткових (зовнішнього середовища, повноваження, організованості, чутливості, згортки) принципів системності, що було детально розглянуто в підрозділі 2.1.

Модуль системи управління НВП охоплює такі ланки: шкільне керівництво, педагогічні працівники, учні. Особливістю їх функціонування є самоорганізація. Це відображають відповідні зворотні зв'язки, що замикаються самі в собі на відповідних блоках. Зворотний зв'язок для субмоделей першого модуля передбачає застосування проактивних моделей, їх функціонування і дає змогу реалізувати системний принцип «зняття невизначеності».

Діяльність керівництва визначають: структура закладу освіти, умови, цілі та задачі його функціонування, матеріальні ресурси, що наявні в розпорядженні, особистісні якості працівників, які впливають на процес прийняття рішень, тощо.

Педагогічні працівники володіють не лише професійними знаннями та навичками навчально-виховної діяльності, а й особистісними якостями, оцінювальними критеріями, комунікативністю, мотивацією, умова-

ми, цілями і задачами праці, а також самооцінкою. Вищенаведене дає змогу визначити особливості прийняття ними рішень у процесі виконання професійних обов'язків.

Учні під час навчання мають: оволодіти знаннями, уміннями та навичками, демонструвати мотивацію на навчання та дисципліновану поведінку, чітко уявляти умови, цілі та задачі навчання. Їх особистісні якості, зокрема самооцінка, навчальні домінанти та рівні домагань також можуть суттєво впливати на прийняття рішень.

Головне функціональне призначення складових процедури управління НВП – безперервне прийняття рішень, етапи якого детально розглянуто в другому модулі загальної моделі (рис. 2.5). Оскільки проблема в НВП виникає тоді, коли поточні результати кваліметрії, управління та прийняття рішень не відповідають бажаним (цільовим), а проблемну ситуацію розглядають у контексті принципів системного аналізу та критеріїв цілеспрямованості, то відповідна модель проблемної ситуації утворюється кортежем, складові якого враховують можливі чинники впливу на проблемну ситуацію. Цю модель буде розглянуто у підрозділі 2.4.

Другий модуль на рис. 2.5 охоплює етапи управління та прийняття рішень і містить такі складові: оцінювання проблемної ситуації, планування, прогнозування, прийняття рішень, виконання рішень, моніторинг і корекція виконання рішень, оцінка проблемної ситуації.

Оцінка проблемної ситуації враховує множини альтернатив, з яких має бути здійснено вибір, показники та критерії ефективності, невизначеності, раціональності, переваги і ставлення до ризику осіб, які приймають рішення в управлінні НВП тощо.

Планування НВП передбачає врахування нормативних документів, навчальних планів, ресурсів тощо. Цей етап «планування» є невід'ємною функцією управління НВП, тому його й введено в зазначену модель (рис. 2.5). Згідно з [140; 346; 466; 531], планування – це заздалегідь передбачуваний та обміркований порядок, система дій, заходів, послідовність і терміни виконання робіт для досягнення певної мети НВП [140; 346; 466; 531].

Зазначений етап розглядають у контексті цілісності навчання та виховання, що має безперервно відбуватися у НВП, охоплюючи безліч сполучень відповідних контрольованих показників, які вимірюються.

Ще раз зазначимо, що досягнення високих результатів у процесі підготовки учнів суттєво залежить від якості планування НВП, яке будучи спрямованим на безперервну реалізацію явища едукації, має забезпечувати не лише логічну архітектуру й обґрунтований зв'язок між навчальними дисциплінами, логіку їх викладення, а й людський чинник, кваліметрія якого за визначеними показниками має безперервно відбуватися у НВП. Таким чином, відбувається нарощування потенціалу знань,

умінь та навичок учнів (когнітивна компетенція), а також формування в них спектру соціально-гуманітарних компетенцій.

Ефективність планування забезпечується за таких умов:

1) керівна ланка ЗЗСО володіє інформацією щодо вимірних показників загально шкільного стану та тенденцій результатів навчально-виховної діяльності;

2) педагогічний колектив володіє інформацією щодо кваліметричних показників РНД і мотиваційних чинників учнів;

3) вибір оптимальних способів і заходів досягнення поставлених задач.

Етап «прогнозування» уявляють з позицій проактивності [227; 504]. Спираючись на постулати В. Франкла, фундатора зазначеного поняття, а також С. Р. Кові, який активно сприяв розвитку цього поняття та запровадженню в практику функціонування гуманістичних систем, необхідно зазначити, що йдеться про головну властивість людської натури. Скажімо, В. Франкл створив точну карту, на засадах якої почав розвивати перший і головний навик, що допомагає особистості добиватися високих результатів всупереч зовнішнім умовам. Це навик *проактивності* (або самостійності), який містить два додатки: активність і відповідальність. Зокрема В. Франкл доводить, що проактивна людина прагне стати суб'єктом, а не об'єктом дії, її поведінка зумовлена власними рішеннями, а не обставинами. Вона здатна підпорядковувати емоції меті, проявляти ініціативу та відповідати за себе. Проактивні люди є відповідальними за те, що з ними відбувається. Їхні вчинки є результатом свідомого вибору, заснованого на абсолютних цінностях, що ними визнаються, а не продиктовані обставинами та/або емоціями. Таким чином, між проактивністю та інтернальністю можна поставити знак рівності, що позитивно впливає на процеси прийняття рішень і докладно розглянуто у праці [228]. Вищенаведене пояснює необхідність розгляду в досліджуваній моделі блоку «прогнозування» з позицій проактивності та передбачувати при його реалізації якість професіоналізму педагогічних працівників та учнів.

Особливість етапу прийняття рішень на рис. 2.5 полягає в необхідності врахування простору середовища, що пов'язано з класифікаційними ознаками задач прийняття рішень у НВП, які визначаються через складність, динамічність та невизначеність (*підрозділ 2.3*). Важливими є критерії раціональної поведінки систем вироблення рішень (прийнятності, оптимальності, адаптивності), зміст яких розкрито в підрозділі 2.4.

Побудова ефективної системи управління якістю НВП вимагає вирішення трьох завдань:

1) формування цільових показників-індикаторів якості НВП;

2) порівняння досягнутого рівня показників-індикаторів з цільовими

(нормативними) і оцінка на основі цього порівняння якості навчального процесу;

3) вироблення дій, які управляють, на умови і чинники, що визначають досягнуту якість з метою мінімізації відхилень.

Перелічені завдання розв'язуються у процесі реалізації безперервного моніторингу НВП (черговий етап управління та прийняття рішень другого модуля на рис. 2.5), де, спираючись на теорію якості продукції (*див. підрозділ 3.1*), застосовуються такі методи контролю: вимірвальний, реєстраційний, експертний, розрахунковий, диференціальний, комплексний, змішаний тощо. Це дає змогу провести ефективну кваліметрію встановленими реперними показниками і характеристиками НВП. Корекція виконання рішень передбачає додаткову оцінку й аналіз проблемної ситуації.

Третій модуль – безпосередня системно-інформаційна кваліметрія, що охоплює процедури, методи, технології отримання вірогідних кількісних і якісних результатів вимірів рівнів сформованості компетентності учнів. Спектр цієї компетенції утворюється операційно-технологічними, соціальними, когнітивними, мотиваційними, поведінковими, етичними частинними компонентами. Для трьох із них (когнітивних, мотиваційних, поведінкових) побудовано ефективні кваліметричні моделі (*розділи 3, 4*), що є проактивними і системно-інформаційними. Тому вони дають змогу здійснити ефективне вимірювання встановлених для контролю показників і характеристик НВП, які потрібні для забезпечення належного управління та прийняття рішень.

Відповідні кваліметричні моделі базуються на принципах застосування дидактичних властивостей відомих шкал вимірювання та бальних шкал, що враховують постулати когнітивної психології, теорії задоволення, теорії можливостей, теорії корисності, різноманітних мотиваційних та поведінкових теорій, а також теорії прийняття рішень, системного аналізу й теорії ігор. Це надало можливість побудувати кваліметричні моделі виявлення рівнів навчальних досягнень учнів, їх основних навчальних домінант і рівнів домагань.

Наприклад, уперше на основі виявлених рівнів пропусків занять розроблено кваліметричні моделі управління організацією НВП за показниками раціонального розподілу аудиторного та самостійного навантаження. До переліку моделей нами також включено моделі кваліметрії систем переваг і нечітких відношень. Причому потрібно вказати на кваліметричну модель оцінювання ефективності функціонування діади «педагогічний працівник – учень», в основу якої покладено принцип аллоцентризму.

Таким чином, розроблено структурну модель системно-інформаційної кваліметрії в управлінні НВП, що охоплює всі ланки цього процесу та забезпечує належне управління та прийняття рішень у ньому.

### 2.3. Класифікаційні ознаки проблемних ситуацій і задач прийняття рішень в управлінні навчально-виховним процесом

Для НВП характерною є різноманітність проблемних ситуацій. Якщо уявити, що це різноманіття зростає лінійно, то множина сполучень проблемних ситуацій – геометрично, що робить процеси управління НВП невизначеними та суттєво ускладнює вибір адекватних методів, технологій, процедур і засобів зняття цієї невизначеності. Тому потрібен ґрунтовний аналіз проблемних ситуацій, що сприятиме вибору ефективного й адекватного способу редукції їх кількості і подальшого розв’язання. Вважаємо, що для цього доцільно взяти за основу класифікаційні ознаки тривимірного середовища, які пройшли апробацію під час дослідження гуманістичних систем [198; 228; 387; 409] і були запропоновані Р. Говардом (рис. 2.6). Йдеться про ознаки складності, динамічності та невизначеності.

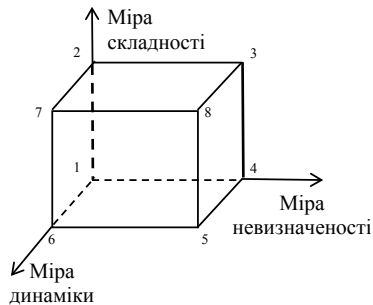


Рис. 2.6. Застосування рекомендацій Р. Говарда для уявлення простору навчального середовища

Тобто задача прийняття рішень уявляється точкою з координатами  $X Y Z$ , що визначають *складність*, *динаміку* та *невизначеність* цієї задачі. Якщо результатом розв’язання проблемної ситуації має бути досягнення однієї мети або в процесі порівняння альтернатив застосовують один критерій (показник) ефективності, то такі задачі прийняття рішень є *простими* (одноцільовими, однокритеріальними, скалярними). Якщо таких цілей або критеріїв ефективності більше однієї, то такі задачі є *складними* (багатокритеріальними, багатоцільовими, векторними) [45; 198; 218; 228; 314; 353; 409 та ін.]. Наприклад, для педагогічного працівника проста задача прийняття рішень – це оцінювання РНД учня під час поточного опитування, а складна – це оцінювання результатів складання



іспиту, особливо комплексного. Об'єктивний тестовий контроль РНД також є складною задачею прийняття рішень, оскільки кожне запитання (завдання) тесту є окремим показником ефективності [198; 200; 426].

Потрібно зазначити, що проблемні ситуації в НВП є динамічними, оскільки перманентно змінюється рівень освіченості тих, хто навчається та їх мотивація на навчання, обсяг інформації, майстерність педагогічних працівників, набувають чинності нові нормативні документи МОН України.

Невизначеність – це найбільш складна класифікаційна ознака проблемних ситуацій з-поміж розглянутих. Комплекс відповідних задач діляться на два класи (рис. 2.7): перший – визначені (детерміновані) задачі прийняття рішень; другий – невизначені (задачі з ризиком).

У детермінованих задачах прийняття рішень немає «білих плям» в описі проблемної ситуації. Наприклад, педагогічний працівник знає тему заняття з певної навчальної дисципліни, а отже, розуміє, які методи, технології, прийоми і тести застосовувати, яку літературу рекомендувати учням, а також чи використовувати тест під час випробувань учнів з чітко встановленими критеріями оцінювання знань тощо. Задачі з ризиком прийняття рішень пов'язані з можливістю настання небажаної ситуації. Загалом ризик потрібно розуміти як *можливість* недосягнення або незабезпечення системного явища *едакації* [477], яке, спираючись на термінологію системного аналізу, ми називаємо *емерджентністю* [198; 314; 348; 409].

Задачі з ризиком бувають стохастичного (імовірнісного, випадкового, частотного) чи нестохастичного (неімовірнісного, не випадкового) характеру, які ще часто називають нечіткими. Ризик стохастичного

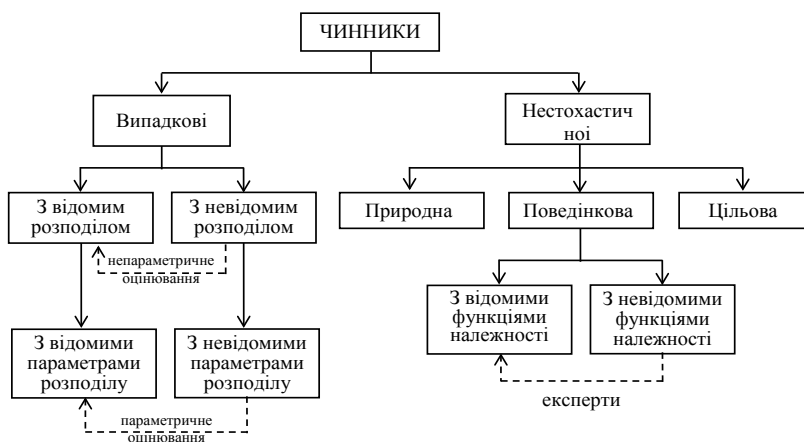


Рис. 2.7. Математична класифікація чинників невизначеності

характеру визначається оцінкою настання небажаної ситуації за частотою її повторення. Наприклад, педагогічний працівник знає, які теми викликають більші труднощі в учнів та приділяє їм особливу увагу. Водночас учень чітко уявляє харизму конкретного педагогічного працівника і поводить ся, орієнтуючись на неї.

Ризики нестохастичного характеру є більш складними, а тому не можуть бути оцінені відповідно до частоти повторення небажаних ситуацій у НВП. Такого роду ризики пояснюють певними невизначеностями [197; 198; 204; 228; 314; 387; 494]:

1) *природна невизначеність*, коли або нічого, або майже нічого невідомо про проблемну ситуацію, що виникла у НВП;

2) *цільова невизначеність*, що виникає, якщо НВП було організовано без орієнтування на конкретну предметну діяльність, а також у разі невизначеності критеріїв і показників оцінки поведінки його учасників та знань тощо;

3) *поведінкова невизначеність*, що утворюється трьома складовими:

– типологічні особливості людини, яким відповідають певні прояви зовнішньої поведінки. Прийняті в конкретному навчальному соціумі норми поведінки нівелюють зовнішній вияв характерної поведінки, а насправді іноді відбуваються зриви, які неможливо передбачити;

– невизначеність супротивника (опонента) в конфлікті, що моделюється методами теорії ігор [81; 272; 413; 421; 503], ] і припускає рівні розумові здібності опонентів. Наприклад, під час проведення учнівських олімпіад кожний учасник намагається застосувати більш ефективний метод розв'язання конкретного завдання і йому невідомо, який метод використає інший учасник, щоб отримати більшу кількість балів. Інший приклад: було виявлено [198; 412], що учнів можна розподілити на дві групи за ставленням до значущості та важливості характерних рис недисциплінованості: в *одній* групі концентруються учні, чії думки вірогідно збігаються з думками науково-педагогічних працівників і вони створюють сприятливе середовище для здійснення педагогічної та виховної діяльності; до *другої* групи було зараховано учнів із протилежними чи суперечливими думками, які потребують уваги в процесі навчання;

– невизначеність поведінки, що залежить від притаманності учаснику НВП небезпечних властивостей поведінки, оперативного мислення та прийняття рішень (ігнорування, імпульсивності, невразливості, покірності, самовпевненості) [538]. На основі досліджень [410] доведено, що в будь-якій репрезентативній вибірці, зокрема учнівській, завжди 2–4 % осіб, яким властиві 4–5 таких небезпечних якостей і які є потенційними «аварійниками», тобто схильні до постійного порушення дисципліни під час навчання [278].

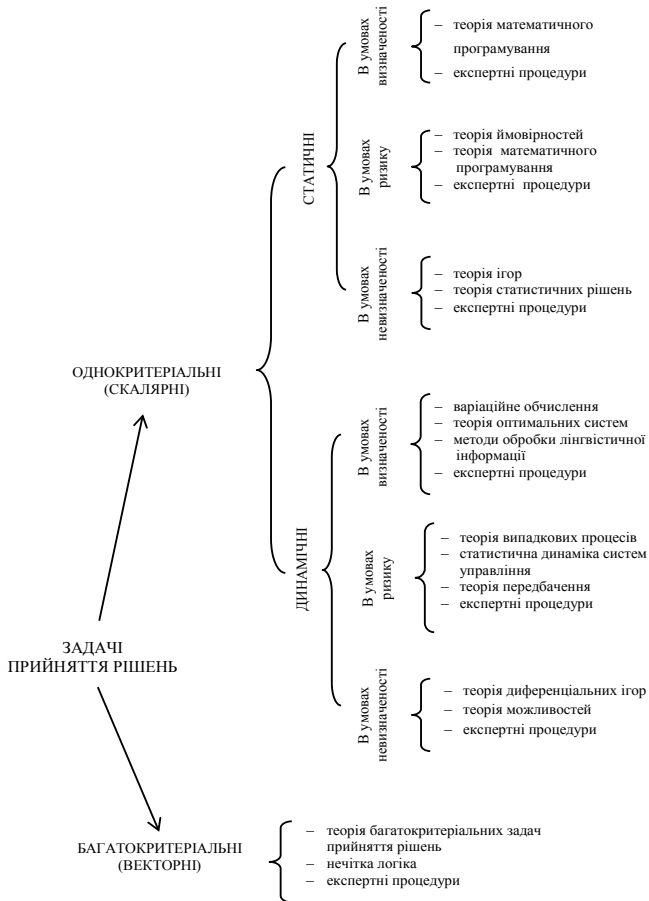


Рис. 2.8. Методи вирішення різноманітних задач прийняття рішень

Залежно від класифікаційної ознаки кожну задачу прийняття рішень можна розв'язати за допомогою адекватного методу (рис. 2.8). Вкажемо, що більш універсальними з них і такими, що постійно використовуються в організації та проведенні НВП, є методи експертних процедур.

За кількістю осіб, які беруть участь у розв'язанні проблемних ситуацій, відповідні рішення класифікують на групові та індивідуальні [228; 314]. Групові (колективні) рішення – це важливий у НВП вид розв'язань проблемних ситуацій, де переважає організація експертиз для, з одного боку, обережного застосування метода Борда і запобігання парадокса Кондорсе, коли індивідуальні переваги є транзитивними, а групові, – ні

[43; 255; 263; 264; 442; 548; 550], а з іншого – обов’язкового оцінювання ступеня узгодженості індивідуальних думок.

Удосконалення НВП є неможливим без урахування досвіду (статистики) вдалих і невдалих рішень, а також їх ризикованості. Особлива увага нашого дослідження до процесів прийняття рішень не є випадковою і пояснюється таким чином (не ранжуючи):

1) це вид інтелектуальної діяльності людини, що повторюється більш часто [509; 519; 526];

2) йдеться про прийняття рішень у так званій *гуманістичній системі*;

3) учасникам НВП властива *поведінкова невизначеність*, яку було розглянуто вище.

Важливо врахувати вияв у НВП так званого людського чинника. Причому і на цей процес, і на прийняття рішень впливає значна кількість різноманітних за своєю природою чинників. Тому проблема вияву, опису і систематизації чинників невизначеності НВП є актуальною.

Складність гуманістичних освітянських систем потребує застосування у процесі дослідження підходу відмінного від загальноприйнятих кількісно-стохастичних методів системного аналізу. Проблема вияву, опису та систематизації чинників невизначеності НВП має розв’язуватися за допомогою методології теорії лінгвістичних змінних і нечітких множин [63; 64; 134; 162; 238; 314; 324; 336; 516 та ін.]. З огляду на те, що «...*елементами мислення людини є не числа, а елементи деяких нечітких множин, або класів об’єктів, для яких перехід від “належності” до “неналежності” не стрибкоподібний, а безперервний*», стає зрозумілим поняття лінгвістичної змінної, яку розуміють як елементи (слова/речення) звичайної природної або будь-якої штучної мови [148; 314]. Такі змінні становлять підґрунтя нечіткої логіки й наближених способів міркувань, які можуть виявитися більше співзвучними зі складностями й неточностями гуманістичних систем, аніж звичайні чисельні методи аналізу. За допомогою лінгвістичних змінних можна описувати настільки складні або погано визначені явища, що не піддаються опису загальноприйнятими методами.

Наразі застосування методів нечіткої математики для досліджень НВП на теренах СНД здійснюють учені та фахівці з Азербайджану, Казахстану, Росії та України. Причому пріоритет саме вітчизняної науки визначений в працях [197; 204; 387]. У них закладено засади класифікації проблемних, зокрема невизначених ситуацій, що можуть виникнути у НВП (рис. 2.9).

На нашу думку, доцільно також застосувати досвід досліджень проблем невизначеності в авіаційних ергатичних гуманістичних системах [320; 331; 407], адаптація та розвиток якого для потреб дидактики буде сприяти більш повному та всебічному аналізу процесів функціонування вже освітянських гуманістичних систем. Адже метою цього підрозділу



Рис. 2.9. Класифікація видів невизначеності, що виникають в процесі функціонування освітньої гуманістичної системи «учасники дидактичного процесу – навчальне середовище»

також є і формування системоутворюючих ознак проблемних ситуацій у НВП, виявлення та системний опис джерел невизначеності у них та під час прийняття рішень його учасниками.

Спираючись на джерела [320; 330; 407] і результати наших досліджень [197; 204], розглянемо загальну класифікаційну схему невизначеностей, які можуть виникнути в освітній гуманістичній системі «педагогічний працівник – старшокласник – навчальне середовище» так, як це подано на рис. 2.9.

Якщо діяльність учасника НВП – це безперервний ланцюг рішень, які виробляються й реалізуються в явній і неявній формах, під впливом різноманітних чинників, то загалом ці рішення характеризують невизначеність отриманої інформації та варіативність керуючих впливів. У такій інтерпретації дидактичний процес потрібно визначати як одно- і багатокроковий процес прийняття рішень, що заснований на наблизеній стратегії та нечітких спостереженнях фазових станів (рівнів навченості та вихованості) об'єкта керування, за яких вибір нечітких керуючих впливів спрямовано на досягнення «розмитой» кінцевої мети, починаючи з будь-якого початкового стану, а також з урахуванням нечітких обмежень, що накладаються на спостережені стани, а також на керуванні об'єктом дидактичного впливу.

Таким чином, класифікаційний опис невизначеності, що пропонується, більше відповідає природі формування та реалізації керуючої діяльності педагогічного працівника, що характеризується нагромадженням

у його пам'яті досвіду формування дидактичних навичок у вигляді пари нечітких образів «спостережений стан – керуючий вплив». На етапі застосування цього досвіду йдеться про асоціацію образу поточного стану об'єкта-старшокласника в просторі середовища результатів навчання та виховання з попередньо накопиченим досвідом (концептуальною моделлю) і виробленням у процесі асоціативної обробки інформації образу керуючого впливу для його подальшої реалізації.

Зі схеми на рис. 2.9 зрозуміло, що власне проблема невизначеності має сенс переважно на тому етапі, коли НВП потребує втручання педагогічного працівника, адже виникає необхідність приймати рішення щодо подальших дій, які впливатимуть на стан усієї системи в наступний момент часу.

#### **2.4. Формалізація ризиків і критеріїв раціональної поведінки для розв'язання проблемних ситуацій у навчально-виховному процесі**

Розвиваючи ідею управління і прийняття рішень у НВП, яку відображено на рис. 2.5, ще раз варто зазначити, що під ризиком будемо розуміти можливість настання небажаної ситуації.

В контексті наших досліджень небажана ситуація – це отримання учнем незадовільної оцінки або порушення ним правил поведінки, прийнятих у конкретному навчальному соціумі, або не досягнення певним педагогічним працівником мети організації НВП чи особистісного рівня домагань тощо. У цьому підрозділі буде розглянуто ризики стохастичного характеру, опис яких ґрунтується на статистично-імовірнісному підході [82; 100; 141; 143; 218; 311; 314; 353; 370; 402; 503]. Відповідний опис ризику має сприяти аналізу системи управління НВП, тобто його покращенню.

Отже, якщо реальний стан НВП не відповідає бажаному, то виникає проблемна ситуація (ризик).

Уявімо множину  $S$  можливих несприятливих подій таким чином:

$$S = (S_1, S_2, \dots, S_n). \quad (2.7)$$

Якщо  $K$  – кожне поєднання таких множин, то множина можливих поєднань  $K$  є булеаном  $S$ . Зарахуємо до  $K$  і множину  $S$ , і пусту множину  $\emptyset$ , що визначає відсутність небажаних ситуацій. Таким чином, поєднання  $K$  є підмножиною небажаних ситуацій множини  $S$ :

$$K = \{S_{k1}, S_{k2}, \dots, S_{kl}\}, \quad S_{kj} \in S, \quad j=1, 2, \dots, l. \quad (2.8)$$

У множині  $K$  виконуються операції алгебри множин. І, якщо  $K_1$  і  $K_2$  – це дві несприятливих подій, то властивості їх поєднання ілюструє рис. 2.10.

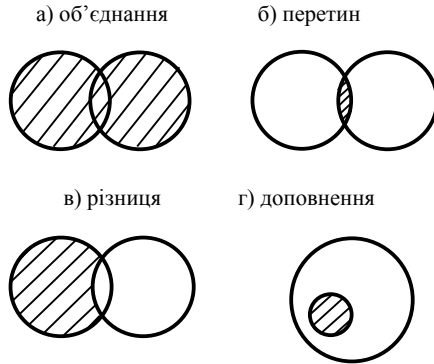


Рис. 2.10. Варіанти поєднання небажаних ситуацій

Отже, об'єднання  $K_1 \cup K_2$  утворює поєднання, що містить події, які належать  $K_1$  або  $K_2$  (рис. 2.10 а).

Перетин  $K_1 \cap K_2$  утворює поєднання, що містить події, які водночас належать  $K_1$  і  $K_2$  (рис. 2.10 б).

Різниця  $K_1 \setminus K_2$  утворює поєднання, що містить події, які належать  $K_1$ , але не належать  $K_2$  (рис. 2.10 в).

Доповнення  $S \setminus K$  утворює поєднання, що містить події  $S$ , які не належать  $K$  (рис. 2.10 г).

Нехай із деякою ризикованою стратегією управління НВП  $A_i$  пов'язані елементарні поєднання небажаних подій  $K_{i1}, K_{i2}, \dots, K_{ik_i}$ , які визначають, що порожня підмножина поєднання  $K_{ij}$  не може траплятися як поєднання небажаних подій. Якщо через  $N_i$  визначити гарантовану відсутність небажаних подій для ризикованого варіанту дій  $A_i$ , то

$$\bar{K}_i := \{ K_{i1}, K_{i2}, \dots, K_{ik_i}, N_i \} \quad (2.9)$$

утворить повну, пов'язану зі стратегією  $A_i$  систему подій.

Нехай кожному поєднанню несприятливих подій  $K_{ij}, j=1, 2, \dots, k_j$ , що може реалізуватися в результаті прийняття рішення  $A_i \in \mathcal{A}$ , а також події  $N_{ii}$  можна приписати імовірності  $p_i(K_{ij})$  та відповідно  $p_i(N_i)$ :

$$0 \leq p_i(K_{ij}) \leq 1, \quad \sum_{j=1}^{k_i} p_i(K_{ij}) + p_i(N_i) = 1. \quad (2.10)$$

Якщо кожному поєднанню  $K_{ij}$  поставити у відповідність кількісно описаний наслідок  $Y_{ij}$ , то отримуємо величину ризику  $R_i$ , супутню рішенню  $A_i$ :

$$R_i = \sum_{j=1}^{k_i} A_{ij} p_j(K_{ij}). \quad (2.11)$$

Отже, величина  $R_i$  є очікуваною величиною умовного «збитку» під час вибору варіанта рішення  $A_i$ .

Іноді ризик визначають як імовірність поєднання небажаних подій  $S_0 \in \overline{K_i}$ . Такий підхід є доцільним, коли наслідки  $Y_{i0}$  ризику для  $A_i$  і  $S_0$  невідомі. Тоді в процесі використання функції-індикатора  $S_j \rightarrow I_0(S_j)$ , що визначається умовами:

$$I_0(S_j) = \begin{cases} 1 & \text{якщо } S_j = S_0 \\ 0 & \text{якщо } S_j \neq S_0 \end{cases}, \quad S_j \in K_i \quad (2.12)$$

для  $Y_{ij} = I_0(S_j)$  відповідно до (2.11) отримуємо

$$R_j = p_i(S_0). \quad (2.13)$$

Навпаки, якщо під час вибору рішення  $A_i$  імовірності реалізації поєднання небажаних подій  $K_{ij} \in \overline{K_i}$  однакові ( $p_j(K_{ij}) = p_i$ ), тоді відповідно до (2.11)

$$R_i = p_i \sum_{j=1}^{k_i} Y_{ij}. \quad (2.14)$$

Коли обирається рішення  $A_i$  для функції ризику  $Y_i: K_{ij} \rightarrow Y_{ij}$ ,  $j = \overline{1, k}$ , що визначається зв'язком між поєднанням небажаних подій  $K_{ij}$  і наслідком  $Y_{ij}$ , то цікавими можуть бути два окремих випадки. Наприклад, якщо для двох поєднань  $K_{ij}$  і  $K_{il}$ ,  $j \neq l$ , що містяться одне в одному, тобто  $K_{ij} \cap K_{il} = \emptyset$ , справедливою є рівність:

$$A_i(K_{ij} \cup K_{il}) = A_i(K_{ij}) + A_i(K_{il}), \quad (2.15)$$

то говорять про *адитивні штрафні функції* та відповідно – про *адитивні функції ризику*. Тоді для поєднань, які складаються з єдиної небажаної події  $K_{i1} = \{s_1\}$ ,  $K_{i2} = \{s_2\}$ , ...,  $K_{in} = \{s_n\}$ , справедливим є таке:

$$A_i(S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_n) = A_i(S_1) + A_i(S_2) + \dots + A_i(S_n), \quad (2.16)$$

$$R_i = \sum_{s \in S} A_i(s) p_i(s). \quad (2.17)$$

У такому випадку отримуємо нормальну штрафну функцію  $K_i$  і, відповідно функцію ризику  $Y_i$ , коли для двох поєднань  $K_{ij}$  і  $K_{il}$ ,  $j \neq l$ , що містяться одне в іншому, маємо:

$$\max \{A_i(K_{ij}), A_i(K_{il})\} = A_i(K_{ij} \cup K_{il}) = A_i(K_{ij}) + A_i(K_{il}). \quad (2.18)$$

Цей випадок є типовим прикладом адитивної штрафної функції.

Визначимо для  $K_{ij}$ ,  $K_{il} \in \overline{K_i}$  додатковий збиток за рахунок  $K_{il}$  при  $K_{ij}$  на основі співвідношення:



$$Y_i(K_{il} | K_{ij}) = A_i(K_{ij} \cup K_{il}) - A_i(K_{ij}). \quad (2.19)$$

Із цього випливає:

$$Y_i(K_{i1} \cup K_{i2} \cup \dots \cup K_{ik_i}) = Y_i(K_{i1}) + Y_i(K_{i2} | K_{i1}) + Y_i(K_{i3} | K_{i1} \cup K_{i2}) + \dots + Y_i(K_{ik_i} | K_{i1} \cup K_{i2} \cup \dots \cup K_{ik_{i-1}}). \quad (2.20)$$

Зазначимо, що розроблення плану дій для усунення проблемної ситуації становить суть задачі прийняття рішень учасниками НВП. Оскільки проблеми завжди пов'язані з певними обставинами, тому саме виявлення й опис проблемної ситуації (ризик) надає початкову інформацію для постановки задачі прийняття рішень.

Щоб охопити проблему вироблення рішень у НВП, необхідно розробити її математичну модель, де виділяються головні елементи, потрібні для формування остаточного уявлення про стратегію поведінки учасників НВП як осіб, які приймають рішення [198; 218; 228; 291; 311; 314; 318; 370; 401; 402; 447; 503].

У загальному випадку будь-яку проблемну ситуацію, що розв'язує людина, яка приймає рішення, можна сформулювати у вигляді моделі, описаної таким кортежем [314]:

$$PC = \langle A, \Lambda, G, Y, H, W, \Psi, K, P, \theta \rangle, \quad (2.21)$$

де  $A$  – множина дій дій (альтернатив, з яких здійснюється вибір) учасника НВП;  $\Lambda$  – множина визначених/невизначених чинників, які впливають на НВП;  $G$  – вектор ознак результату управління,  $g \in G$ ;  $Y$  – кількісний показник кваліметрії результату операції;  $H$  – модель, що ставить у відповідність множинам стратегій  $A$  та факторів  $\Lambda$  множину кваліметричних результатів  $Y(G)$ ;  $W$  – показник ефективності;  $\Psi$  – оператор відповідності «результат/показники»;  $K$  – критерій ефективності;  $\theta$  – інша інформація про проблемну ситуацію, що враховує ставлення учасника НВП до ризику;  $P$  – модель переваг – формалізоване уявлення учасника НВП про «найкраще/найгірше» рішення, що визначається з-поміж елементів деякої множини  $D$ :

$$D = \{A, \Lambda, G, Y, W, K\}. \quad (2.22)$$

Модель  $P$  додано до кортежу (2.21), тому що освітянські системи є гуманістичними і йдеться про врахування впливу людського чинника на ефективність функціонування системи.

Варто зазначити, що розглянутому підходу до освітянських систем і НВП відповідають формулювання та напрями досліджень *активно-організаційних систем*, що існують у певних просторових і часових

межах та містять суб'єкта (людину, групу людей), який бере участь у функціонуванні системи й управлінні системою, а також ресурси (матеріальні, енергетичні, ІТ тощо) [71; 120; 215; 216; 328 та ін.].

Компонент  $A$  як самостійний елемент у моделі проблемної ситуації (2.21) вказує, що множина невизначених чинників під час прийняття рішення буде обов'язково встановлена (задана зовні) або їх пошук стане окремих завданням. Таким чином, проблема вибору показників ефективності пов'язана з встановленням виду функції відповідності результатів операції  $Y(G)$  потрібному результату  $Y^{номр}$ .

У багатьох практичних випадках виявляється, що завдання одного з критеріїв ефективності (придатності, оптимальності, адаптивності [314; 417]) призводить до виділення певної множини «не гірших» альтернатив. Тоді для однозначного вибору кращої альтернативи потрібно формування складного критерію – вирішального правила, що містить формальні та неформальні приписи щодо винесення судження. Це вирішальне правило  $P$  формується на множині  $G - P_G, Y - P_Y, W - P_W$  тощо. Взаємозв'язок розглянутих компонентів моделі проблемної ситуації (2.21) подано на рис. 2.11, де  $M_0$  – це мета операції.

Ураховуючи інформацію  $\theta_{M_0}$ , людина, яка приймає рішення, на засадах інформації  $\theta_A$  і  $\theta_{\Lambda}$  послідовно формує множини  $A$  і  $\Lambda$ , спираючись на підмоделі  $P_A$  і  $P_{\Lambda}$  моделі переваг  $P$ . На основі підмоделей  $P_G$  і  $P_Y$  з урахуванням інформації  $\theta_H$  про наявні засоби побудови моделей  $H$  обираються характеристики  $Y$  наслідку  $G$  і встановлюється відповідність  $H: A \times \Lambda \rightarrow Y(G)$ , а також формується величина потрібного результату  $Y^{номр}$ . Потім відповідно до  $Y, Y^{номр}$  з урахуванням переваг  $P_W$  про вид показника ефективності встановлюється метрика  $\rho(Y, Y^{номр})$  і формується модель  $\Psi$  «результат – показник». Водночас на основі інформації  $\theta_{M_0}$  і субмоделі переваг  $P_K$  формується критерій  $K$  у вигляді вирішального правила.

Відповідно до судження про ступінь досягнення мети НВП здійснюється або вибір найкращої альтернативи з множини  $A^* \in A$ , або повернення та корекція елементів моделі проблемної ситуації. Задачі, що відповідають двом основним процесам прийняття рішень, формуються на засадах моделі проблемної ситуації (2.21) та мають вигляд:

– для процесу отримання результатів:

$$\Psi : \left\{ Y / H : A \times \Lambda \xrightarrow{\theta} Y(G) \right\} \xrightarrow{\theta} W ; \quad (2.23)$$

– для процесу аналізу результатів:

$$P \xrightarrow{K} K : A \xrightarrow{W} A^* , \quad (2.24)$$

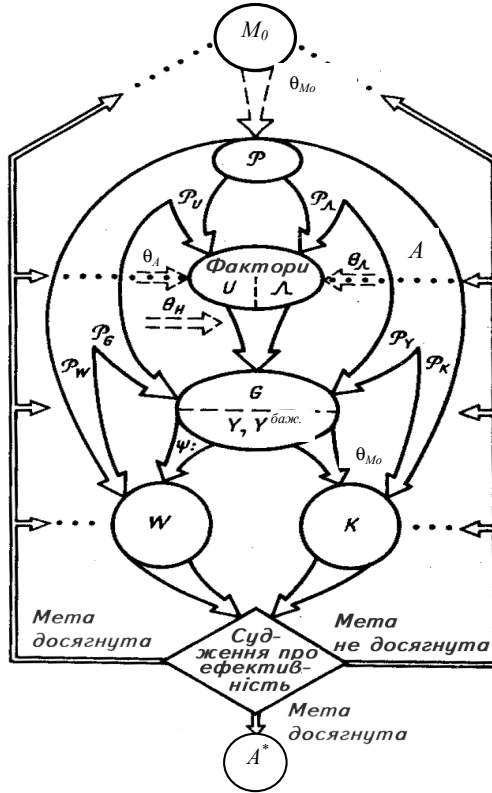


Рис. 2.11. Графічне подання моделі проблемної ситуації у НВП

де  $A^*$  – підмножина «найкращих» з точки зору людини, яка приймає рішення, стратегій, з яких остаточно вибирають найкращу  $a^* \in A^*$ , що й реалізується.

Постановку задачі моделювання переваг учасника НВП записують так:

$$\langle D, \theta; P_D \rangle. \quad (2.25)$$

Модель  $P$  враховує спеціальну додаткову інформацію  $\Omega \in \theta$  про переваги, що отримана від учасника НВП. Типовими її прикладами є незалежність окремих показників, їхня адитивна незалежність, якісна інформація про відносну важливість, коефіцієнти важливості тощо. Задача вибору кращої стратегії  $a^* \in A$  є ядром дослідження ефективності управління, яку розв'язують за допомогою зіставлення допустимих за ефективністю стратегій  $a \in A$ .

Більш детально питання формалізації частинних задач прийняття рішень в НВП подано у працях [8; 30; 79; 97; 120; 164; 228; 286; 314; 399; 400; 422; 515; 543], де розглянуто наступні частинні моделі.

*Завдання структуризації початкової інформації.* Під час розгляду основних етапів управління НВП було виділено самостійний пункт – проблемний аналіз, який є інформаційною ланкою, що пов’язує проблему та проблемну ситуацію (2.21) і змістовно розкривається на етапі аналізу проблеми. І оскільки всі пункти проблемного аналізу спрямовані на структуризацію початкової інформації про проблему, то формально цей етап може бути сформульовано як таке завдання:

$$\langle \theta ; \theta_{M_0}, \theta_A, \theta_\Lambda, \theta_P = \{ \theta_{P_G}, \theta_{P_Y}, \theta_{P_A}, \theta_{P_\Lambda}, \theta_{P_K} \} \rangle, \quad (2.26)$$

де  $\theta_P$  – частина загальної інформації щодо переваг людини, яка приймає рішення:

– на множині можливих наслідків  $G$  операції і їх відмінності за перевагою стосовно мети  $M_0$ ; на множині суттєвих характеристик  $Y$  наслідку  $g \in G$ ;

– на множині можливих стратегій  $A$  досягнення мети операції;

– на множині  $\Lambda$  умов проведення операції;

– на можливих концепціях (гіпотезах) раціональної поведінки системи для визначення в подальшому критерію ефективності.

Розглянуте завдання вирішують виключно евристичними методами.

*Завдання аналізу невизначеності.* Класифікація чинників за невизначеністю є одним з результатів вирішення завдання аналізу невизначеності виду:

$$\langle \theta_{M_0} ; \Lambda, \theta_\Lambda \rangle, \quad (2.27)$$

де  $\theta_{M_0}$  – інформація про мету операції;

$\theta_\Lambda$  – інформація про тип і характеристики множини невизначених чинників.

Рішення цього завдання потребує застосування і аналізу інформації, що отримується на основі аналогій, попереднього досвіду, експериментальних і статистичних даних, результатів експертизи. Особливістю цього завдання є застосування для його вирішення як формальних, так і неформальних (евристичних) методів. Проте завдання, що розглядається, може успішно вирішуватися лише в тому випадку, якщо буде створено бази даних і бази знань на основі сучасних ПЕОМ. Це дасть змогу оперативно отримувати, аналізувати й обробляти інформацію, що стосується природи невизначених чинників, діапазонів їх змінення, апріорного розподілу ймовірностей на них, психологічних особливостей прийняття рішень іншими учасниками

НВП, типів взаємодії між ними (нейтралізм, сприяння, протидія тощо). До важливіших завдань типу (2.27) належать задачі математичної статистики, що стосуються параметричного та непараметричного оцінювання (рис. 2.7, 2.8), ідентифікації, кластеризації, прогнозування [141; 203; 243].

Клас методів, що застосовуються для вирішення перелічених задач є широким і добре розробленим. Адже за експертними оцінками лише методів прогнозування нараховується понад 150. До них належать, насамперед, морфологічний, кореляційний, регресивний, факторний і спектральний аналіз, апарат ланцюгів Маркова, метод групового урахування аргументів, методи розпізнавання образів тощо.

*Завдання формування початкової множини стратегій.* Відповідно до моделі проблемної ситуації на рис. 2.11, задачу формування початкової множини стратегій разом з завданням аналізу невизначеності відносять до одного з початкових етапів дослідження ефективності операцій у НВП, що визначає її важливе самостійне значення. Постановка цього завдання має такий формальний вид:

$$\langle \theta_{M_0}; \theta_A, \theta_\Lambda, \theta_{P_A}, \Lambda, A \rangle. \quad (2.28)$$

Задача (2.28) не є тривіальною. Множина альтернатив  $A$ , що «заповнюють» порожнечу між бажаним кінцевим результатом НВП (метою операції  $M_0$  й умовами її проведення  $\Lambda$ ), має бути щонайбільш широкою. Це забезпечить у подальшому свободу прийняття рішень учасниками НВП і мінімізує можливість пропустити «найкраще» рішення  $a^* \in A$ .

Початкова множина стратегій  $A$  має бути досяжною та достатньо вузькою, що дасть змогу людині, яка приймає рішення, у подальшому провести верифікацію альтернатив на моделях, що є в її розпорядженні, при обмеженнях на ресурси (час, гроші тощо).

Багато компонентів завдання формування початкової множини стратегій зазвичай явно не задаються і евристично формуються людиною, яка приймає рішення. Отже, проблема задоволення суперечливих вимог до множини початкових стратегій  $A$  має вирішуватися за такими основними напрямками, що диктуються  $P_A$ .

1. При прийнятті рішення щодо включення альтернативи  $a$  в множину  $A$  потрібно орієнтуватися на мету операції, визначаючи, якою саме буде відповідь на питання: «Чи забезпечує саме цей варіант дій  $a \in A$  досягнення бажаного результату в умовах  $\Lambda$  хоча б в принципі?» Цей етап дає змогу людині, яка приймає рішення, відсікти величезну частину потенційної множини альтернатив через їх очевидну непридатність з точки зору досягнення мети операції. Така «очевидність» вельми суб'єктивна та відображає здатність людини, яка приймає рішення, побачити серед

множини можливих цілей (якщо мета не задана екзогенно, ззовні) головну, а також передбачити можливі цілі на майбутнє. Сформована таким чином множина  $A_{M_0}$  є цільовою.

2. Серед усіх альтернатив множини  $A_{M_0}$  на підставі інформації  $q$  виділяють підмножину  $A_\phi$  стратегій, що фізично реалізуються і відповідають такій вимозі: «*Чи може бути ця альтернатива  $a \in A_{M_0}$  реалізованою зараз або в терміни, що відведені (задані) на операцію?*» Рішення цього питання пов'язано з рівнем загальнотеоретичних і прикладних розробок у НВП, з прогнозом їх розвитку.

В множину  $A_\phi$  включаються лише ті альтернативи, які задовольняють обмеженням за витратами, якісно оцінюваними людиною, яка приймає рішення. Причому ці витрати включають також засоби, які виділяються на додаткові дослідження, що забезпечують готовність альтернативи до заданого терміну початку операції.

3. Множина цільових стратегій  $A_\phi \subseteq A_{M_0}$  перевіряється на недомінантність по повноті охоплення чинників  $A$  інформацією  $\theta_A$ . Це означає, що людина, яка приймає рішення, має відповісти на питання: «*Чи є серед множини  $A_\phi$  такі стратегії  $A_a$ , які забезпечують свободу ПР в ході операції? або чи є ці стратегії "гнучкими" відносно мінливих у часі невизначеностей природного та поведінкового характеру?*» Тому для подальшого розгляду залишаються лише ті стратегії  $A_a \subseteq A_\phi$ , які або забезпечують можливість ефективного коректування початкового плану операції при зміні умов її проведення, або інваріантні до цих умов. Перше означає, що ризик (втрати), пов'язаний з коректуванням плану в ході операції, буде мінімальним. Друге означає, що вибір стратегій на основі прогнозу поведінки інших суб'єктів НВП забезпечить вигідний перебіг операції.

Наведена триетапна процедура виділення початкової множини стратегій  $A \subseteq A_a$  має циклічний характер, що припускає повернення до «старого» на більш високому рівні в разі виявлення суперечностей на одному з приведених етапів. Формування початкової множини стратегій можна уявити відповідною схемою, поданою на рис. 2.12, де суцільними стрілками показано напрям «природного» ходу процесу, а штриховими – повернення в разі виявлення суперечностей. Символом  $\theta_{\Lambda_{cm}}$  на рис. 2.12 позначено інформацію, що стосується можливості включення людиною, яка приймає рішення, альтернативи  $a$  в  $A$  до заданого терміну початку операції  $T$  при виділених на її розробку засобах  $C$ , а символом  $\theta_a$  – інформація про можливість коректування первинного плану операції  $a$  при зміні умов її проведення.

*Завдання моделювання наслідків операції.* У рамках моделей проблемної ситуації (2.21), що розглядаються, формальний запис задачі моделювання наслідків операції (побудови відображення  $H$ ) має вид:

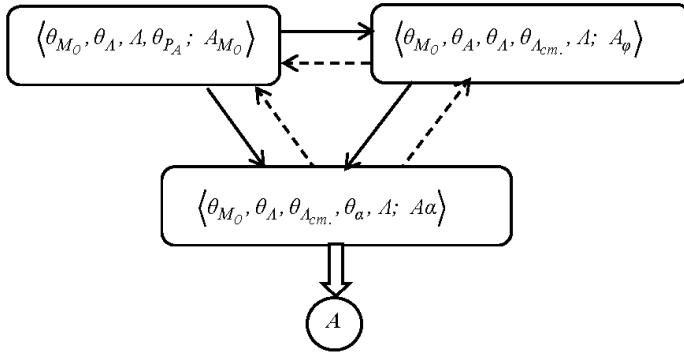


Рис. 2.12. Схема процесу формування початкової множини стратегій

$$\langle \theta_{M_0}, A, \Lambda, \theta_H, P_G, P_Y; Y, \{H\} \rangle, \quad (2.29)$$

де  $\{H\}$  – віяло моделей.

Необхідність розгляду не однієї моделі  $H$ , а багаторівневої їх ієрархії  $\{H\}$  визначається особливістю тривірневої схеми дослідження ефективності, за якої опис більш високого рівня залежить від узагальнених і факторизованих змінних нижчого рівня. Такий підхід до рішення завдання моделювання результатів операції в НВП дає змогу структурувати процес моделювання операції, істотно полегшити оцінювання її ефективності, виявити найбільш значущі чинники, що визначають ефективність. Така методологія рішення задачі (2.29) висуває цілком визначені вимоги до моделей, використовуваних на різних рівнях ієрархії дослідження.

*Завдання моделювання мети операції.* Щоб дослідження були змістовними (тобто для прийняття рішення були б отримані деякі кількісні оцінки), необхідно досить чітко формалізувати мету операції, що примушує використовувати кількісні шкали. Формалізація мети операції має базуватися на концепції зовнішнього доповнення, як необхідній умові отримання обґрунтованого рішення. Цілі та завдання операції гомоморфно відображаються в системі показників їх досягнення. Вводиться критерій ефективності. Система показників ефективності та критерій утворюють модель цілі операції (рис. 2.13).

Завдання моделювання мети операції формально ставиться так:

$$\langle \theta_{M_0}, A, \Lambda, Y^{nomp.}, Y(G), P_w, P_k; W, K \rangle. \quad (2.30)$$

У деяких випадках мета  $M_0$  операції задається керуючим органом у вигляді параметрів цілепокладання  $Y^{nomp.}$ . Ця обставина відображена у виразі (2.30) тим, що  $Y^{nomp.}$  стоїть у лівій частині – «Дано».

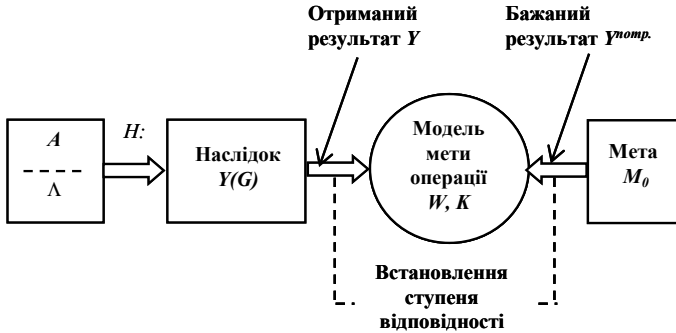


Рис. 2.13. Модель мети операції

У загальному випадку параметри цілеполагання є результатом рішення задачі:

$$\langle \theta_{M_0}, A, \Lambda, P_y, G; Y^{номр.} \rangle. \quad (2.31)$$

Мета операції накладає певний відбиток на вигляд показника ефективності та на сам критерій, точніше на принцип його вибору. Числова функція, визначена на множині стратегій  $A$ , характеризує ступінь досягнення мети  $M_0$  операції та може розглядатися як показник ефективності лише в разі дотримання певних вимог.

*А. Відповідність меті.* Людина, яка приймає рішення, знаючи значення показника в тій або іншій ситуації, цілком уявляє, наскільки буде досягнуто мети (ступінь досягнення мети).

*В. Змістовність і можливість інтерпретації.* Показник ефективності або його компоненти зрозумілі людині, яка приймає рішення, і мають ясний фізичний сенс.

*С. Вимірність.* Показники ефективності можна піддавати певним математичним перетворенням, що допускається типом його шкали.

Якщо ефективність операції в НВП не вдається описати єдиним показником, то вибір кількості частинних показників ефективності, що створюють векторний показник, є нетривіальним завданням. Причому до векторного показника ефективності пред'являються додаткові вимоги.

*Д. Мінімальність кількості використовуваних частинних показників.* Людина може досить легко оперувати з одним–трьма показниками без використання машинних методів обробки. Залежно від ступеня підготовленості людини, яка приймає рішення, верхня межа розмірності векторного показника зазвичай визначається величиною  $7 \pm 2$  [26; 47; 201; 249]. Хоча для добре підготовлених і обізнаних на об'єкті та предметі досліджень експертів цей показник може досягати 19–22.



*Е. Повнота.* Векторний показник ефективності має містити таку кількість частинних показників, яка давала б змогу враховувати всі визначальні ознаки  $Y$ , що адекватно відображають результат операції.

Вимоги  $A-E$  є суперечливими, що ще раз указує на зв'язок задачі прийняття рішень і проблемної ситуації. Суперечність виявляється в тому, що неможливо задовольнити всім вимогам одразу. Наприклад, особистість, яка приймає рішення, за значенням показника ефективності має цілком уявляти ступінь досягнення мети (відповідність меті). Це приводить до необхідності задоволення вимоги повноти, яка суперечить вимозі мінімальності.

Вимога змістовності й інтерпретованості входить в суперечність з вимогою вимірності, оскільки показники ефективності можуть не мати адекватної фізичної шкали (наприклад, оцінка естетичності, ергономічності, новизни тощо), а тому їх доводиться описувати суб'єктивними оцінками.

Показниками ефективності на концептуальному рівні досліджень НВП (*див. табл. 1.1*) доцільно вибирати агреговані показники, що відображають ступінь досягнення цілей операції. Тоді, як на операційному рівні досліджень як показники ефективності доцільно також використовувати агреговані показники, які мають характеризувати ступінь виконання завдань операції, вирішення яких приводить до досягнення мети операції в НВП. Вимоги до якості вирішення цих завдань можуть бути отримані на верхньому рівні – рівні концептуального дослідження. Показниками якості на рівні детального дослідження можуть бути як агреговані, так і не агреговані показники якості елементів підсистем.

Якщо операцію проводять в умовах істотної невизначеності (цільової, природної і поведінкової), то як критерій можуть використовувати або критерій придатності (наприклад, критерій гарантованого результату), або оптимальності (наприклад, критерій найбільшого гарантованого результату).

Однак використання цих підходів під час вибору критерію в цій ситуації не завжди є виправданим, оскільки найчастіше гарантовані рівні є неприпустимо низькими (наприклад, оцінка «задовільно», яка відповідає мінімальним державним стандартам і вимогам до рівня навченості) і внаслідок цього не несуть жодної інформації про раціональність дій. Тому використовують інший підхід до формування критеріїв, а саме – підхід, заснований на концепції адаптивізації.

Наведений підхід припускає прогнозування можливих умов  $LL$  і способів  $A$  на основі не лише апріорної (статичної) інформації, а й поточної динамічної та прогнозної (віртуальної) інформації. Використовуючи таку інформацію та застосовуючи принцип оптимальності, можна отримати не лише цілеспрямовані, а й гнучко зорієнтовані рішення. Таким чином,

переходимо від статичної моделі прийняття рішень до динамічної. Отже, суть цього підходу полягає не просто у виборі кращого (як в концепції оптимальності), а саме в русі до кращого рішення.

Математичним формулюванням критерію адаптивності під час вибору рішень може, наприклад, слугувати наступний вираз:

$$a^*(t, \tau) : \sup_{a(t) \in A(t, \tau)} W^t(a, t, \tau), \quad (2.32)$$

де  $a$ ,  $A$  мають той же сенс, що і раніше;  $t$ ,  $\tau$  – відповідно час та попередження прогнозу.

Запис  $W^t$  означає, що цілі операції, показники (критерії) ефективності змінюються в часі, сам же показник формується як деяке усереднювання за чинниками  $\lambda \in \Lambda_j$ .

Критерій (2.32) дозволяє обирати «негіршу» стратегію  $a^*(t, \tau)$  з точністю до помилок прогнозування на період прогнозу  $\tau$ . Ця стратегія забезпечує найбільше значення функції  $W^t$  на рефлексивно вибраній множині допустимих стратегій  $A(t, \tau)$ , яка формується до цього моменту часу  $t$ . Отже, прийняття рішень на основі концепції адаптивізації є найбільш складним за рівнем вироблення керуючих дій, але в той же час і найбільш досконалим.

*Завдання моделювання переваг.* Під час вирішення всіх вищевикладених завдань перед людиною, яка приймає рішення, стоїть проблема вибору з множини досліджуваних об'єктів таких, що підлягають подальшому розгляду. Здійснюючи такий вибір, людина, яка приймає рішення, керується власною системою переваг, яка може бути виявлена та зміряна в ході контрольного пред'явлення їй об'єктів із представленої сукупності. Виявлену і зміряну систему переваг людини, яка приймає рішення, називають моделлю переваг.

Розроблені спеціальні методи моделювання переваг людини, яка приймає рішення, що використовують формальні та неформальні процедури, які буде детально розглянуто далі. Загальну постановку завдання моделювання переваг формально записують так:

$$\langle D, \theta ; P_D \rangle, \quad (2.33)$$

де  $D$  визначається виразом (2.22).

Завдання (2.33) треба розуміти так: на основі наявної інформації  $\theta$  і результатів контрольного пред'явлення об'єктів, що входять у підмножину множини  $D$ , виявити індивідуальну систему переваг  $P$  людини, яка приймає рішення. Причому побудова моделі індивідуальних переваг  $P$  здійснюється за допомогою отримуваної від людини, яка приймає рішення



Рис. 2.14. Класифікація критеріїв ефективності

ня, спеціальної додаткової інформації  $\Omega \in \theta$  про переваги. Типовими прикладами такого роду інформації є незалежність частинних показників за перевагою, адитивна незалежність показників, якісна інформація про відносну важливість, коефіцієнти важливості (значущості, бажаності) тощо.

До моделі проблемної ситуації в НВП (2.21) належить спеціальний критерій ефективності  $K$ , тобто правило, що дає змогу порівнювати стратегії, характеризовані різним ступенем досягнення мети, а також здійснювати цілеспрямований вибір стратегій із множини припустимих. Критерій вводять відповідно до концепції раціональної поведінки системи прийняття рішень. Ураховуючи дані праць [314; 417], можна стверджувати, що такими концепціями у НВП є ті, що задовольняють критерії придатності, оптимальності й адаптивності (рис. 2.14).

Отже, згідно з концепцією придатності раціональною буде кожна стратегія  $a \in A$ , де обраний показник ефективності НВП приймає значення не менше деякого прийнятного (бажаного, потрібного) рівня  $W^{nomp}$ , тобто:

$$W(a) \geq W^{nomp}, \quad a \in A, \quad (2.34)$$

де  $A$  – множина припустимих стратегій;  $W(a)$  – показник ефективності.

Наприклад, у будь-якій шкалі оцінювання РНД тих, хто навчається, нормативно встановлено прохідні бали, що вважаються придатними. Зокрема, у 12-бальній шкалі такі придатні бали починаються з 4-х. Якщо показник ефективності векторний, то вираз (2.34) записується для кожного окремого (частинного) показника  $W_i(a) \geq W_i^{nomp}$ , що входить до складу векторного показника ефективності. Таким чином, рівень задоволення показника ефективності  $W^{nomp}$  ділить множину прийнятних стратегій  $A$  на дві підмножини, що не перетинаються, тобто на  $A^{SAT}$  – множину прийнятних стратегій і  $A \setminus A^{SAT}$  – множину неприйнятних стратегій. Помилково вважається, що прийнятні стратегії  $a \in A^{SAT}$  рівнозначні, як і неприйнятні стратегії з множини  $A \setminus A^{SAT}$  – однаково незадовільні.

Наведемо основні критерії придатності.

1. *Критерій прийняттого результату.* Якщо мова йде про детерміновані задачі, то прийнятний результат досягається шляхом вибору показником ефективності НВП деякого кількісного результату наслідку операції  $y(a)$ . Тоді функція відповідності має вид  $p(y(a), y^{номп}) = y(a)$ , а шукана стратегія  $a$  вибирається з множини допустимих за умови:

$$a^* : y(a) \geq y^{номп}, \quad (2.35)$$

де  $y^{номп}$  – прийнятний рівень результату.

2. *Критерій допустимої гарантії.* Згідно з цим критерієм функцію відповідності обирають у вигляді:

$$p(y(a), y^{номп}) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } y \geq y^{номп} \\ 0, & \text{якщо } y < y^{номп} \end{cases}. \quad (2.36)$$

Принцип допустимої гарантії рекомендує обирати стратегії  $a$  з умови:

$$a^* : P(y(a) \geq y^{номп}) \geq p^{номп}, \quad (2.37)$$

де  $p^{номп}$  – прийнятний рівень імовірнісної гарантії результату.

3. *Критерій допустимого гарантованого результату.* Згідно з цим критерієм функція відповідності має вигляд:

$$\rho = F_a^{-1}(1 - \alpha) = y(a). \quad (2.38)$$

Придатну стратегію обирають з умови:

$$a^* : y_a(a) \geq y^{номп}, \quad (2.39)$$

де  $y^{номп}$  – допустимий рівень гарантованого (з імовірністю  $\alpha$ ) результату.

Розглянута концепція є простою, однак призводить до негнучкої та нецілеспрямованої системи дій.

4. *Концепція оптимальності* вважає раціональними ті стратегії  $a \in A$ , що забезпечують більший ефект:

$$W(a^*) = \max_{a \in A} W(a). \quad (2.40)$$

За виразом (2.40) можна отримати певну кількість рівноцінних оптимальних стратегій  $A^* \in A$ . Тому концепцію оптимізації доцільно використовувати у випадку, якщо комплекс умов проведення операції фіксований, а показник ефективності НВП  $W(a)$  – скаляр.

Залежно від виду функції відповідності в рамках концепції оптимізації виділяють такі критерії оптимальності.

1. *Критерій найбільшого результату.* За аналогією до принципу прийнятного результату  $p(y(a), y^{номп.})=y(a)$  оптимальну стратегію обирають так:

$$a^* : \max_{a \in A} y(a). \quad (2.41)$$

2. *Критерій найбільшого середнього результату.* У разі суттєвого впливу випадкових чинників результат часто обирають як функцію відповідності. Тоді показник ефективності – суть математичне очікування результату, тобто:

$$W(a) = M[\hat{y}(a)]. \quad (2.41)$$

Орієнтуючись на критерій найбільшого середнього результату, оптимальну стратегію  $a^*$  вибирають таким чином:

$$a^* : \max_{a \in A} M[\hat{y}(a)]. \quad (2.42)$$

3. *Критерій найбільшої імовірнісної гарантії результату.* Якщо результат операції подати через випадкову змінну  $\hat{y}(a)$  і чітко визначити необхідний результат  $y^{номп.}$ , то функцію відповідності вводять у такому вигляді:

$$p(y(a), y) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } y(a) \geq y^{номп.} \\ 0, & \text{якщо } y(a) < y^{номп.} \end{cases}. \quad (2.43)$$

Показник ефективності у цьому випадку є імовірність того, що реальний результат операції матиме значення не нижче необхідного рівня:

$$W(a) = P(\hat{y}(a) \geq y^{номп.}). \quad (2.44)$$

Критерій найбільшої імовірнісної гарантії рекомендує як оптимальну обрати стратегію  $a^* \in A$  з умови:

$$a^* : \max_{a \in A} P(\hat{y}(a) \geq y^{номп.}). \quad (2.45)$$

Ця умова зберігається при нечіткому визначенні  $y^{номп.}$  за допомогою функції належності  $\mu_A(y^{номп.})$ . Тоді функцію відповідності необхідно ототожнити з функцією належності, тобто:

$$p(y(a), y^{номп.}) = \mu_A(y^{номп.}). \quad (2.46)$$

В такому випадку умова (2.40) буде мати вигляд:

$$a^* = \max_{a \in A} P(\hat{y}(a) \geq \tilde{y}^{номп.}). \quad (2.47)$$

За випадкового характеру  $y^{номп.}$  умова (2.47) зберігається в такому виді:

$$a^* : \max_{a \in A} P(\hat{y}(a) \geq \tilde{y}^{nomp.}). \quad (2.48)$$

4. *Критерій найбільшого гарантованого результату.* За випадкового характеру результату  $\hat{y}(a)$  операції гарантованим результатом (вірогідно-гарантованим результатом) називають рівень  $y_\alpha(a)$ , не нижче якого буде отримано реальний результат із заданою ймовірністю  $\alpha$ , тобто:

$$\alpha = P(\hat{y}(a) \geq y_\alpha(a)). \quad (2.49)$$

Звідси  $y_\alpha(a) = F^{-1}(1-\alpha)$ , а функцією відповідності є  $\rho = y_\alpha(a)$ . Тоді показник ефективності з огляду на те, що  $y_\alpha(a)$  не є випадковою змінною, набуває вигляд:

$$W(a) = y_\alpha(a). \quad (2.50)$$

Відповідно до критерію найбільшого гарантованого (імовірнісно-гарантованого) результату оптимальну стратегію обирають з умови:

$$a^* : \max_{a \in A} y_\alpha(a) \quad (2.51)$$

за фіксованою імовірністю  $\alpha$ .

В умовах конфлікту показник ефективності  $W(a)$  має вигляд:

$$W(u, v) = M[p(y(u, v), y^{nomp.})]. \quad (2.52)$$

Відповідно до критерію найбільшого гарантованого результату в цьому випадку в якості оптимального рекомендується вибирати стратегію  $a^*$  з умови:

$$a^* : \max_{u \in A} \min_{v \in A} M[p(y(u, v), y^{nomp.})]. \quad (2.53)$$

Ця умова відображає принцип максиміна. Тоді стратегію  $a^*$  називають максимінною.

Розглянута концепція призводить до цілеспрямованої, але негнучкої системи дій, оскільки не враховується поточна інформація щодо різних змін, які здійснюються у НВП та зовнішньому середовищі під час втілення рішення  $a^*$ .

*Концепція адаптивності* передбачає можливість оперативного реагування в ході операції на поточну інформацію, що надходить, про зміни комплексу педагогічних умов проведення НВП та динаміку розвитку академічної обдарованості. Суть концепції полягає в зміні стратегій управління  $a$  (стратегію розглядають у широкому розумінні; вона містить способи зміни параметрів системи та способи зміни її структури) на основі не лише апріорної, а й поточної, прогнозованої інформації,

з метою досягнення або збереження визначеного етапу функціонування системи, при зміні комплексу умов проведення операції.

Якщо множина  $A$  припустимих стратегій може видозмінюватися в процесі надходження поточної інформації, то під час реакції на інформацію, що надходить, та здійснення прогнозу розвитку операції система може змінювати мету функціонування. Тоді згідно з концепцією адаптивності раціональною буде така стратегія  $a(t)$  з множини  $A(t, \tau)$ , що забезпечує виконання умови:

$$W(a^*(t), \tau) \geq Wt^{nomp.}(a^*(t), \tau), \quad a(t) \in A(t, \tau), \quad (2.54)$$

де  $t$  – час;

$\tau$  – упередження прогнозу.

Запис  $Wt$  означає, що показник ефективності може змінюватися у часі.

Таким чином, можна дійти висновку, що концепція адаптивності призводить до цілеспрямованої та гнучкої системи дій. У її рамках раціональна поведінка такої складної системи, як НВП організується відповідно до наступних основних принципів вибору критеріїв ефективності.

1. *Принцип селекції.* На кожному кроці багатоетапного процесу прийняття рішення передбачається відбір (селекція) декількох рішень, близьких до кращого. З них необхідно сформувані ряд комбінацій на наступному етапі прийняття рішення, відібрати декілька комбінацій, близьких до кращих, використовуючи критерій більш високого порядку, ніж на попередньому кроці. Таким чином, формується ряд комбінацій рішень, з яких відбираються не лише кращі, а й близькі до них.

2. *Принцип волі вибору рішень,* що реалізується в системах, здатних до самоорганізації. Він рекомендує не приймати на основі апріорної інформації рішення в деталях на доступну для огляду перспективу (іноді його називають принципом неостаточних рішень). Тут вибір полягає в можливості перегляду, уточнення рішення, що було раніше прийнятим, залежно від поточної інформації.

3. *Принцип самонавчання.* Відповідно до цього принципу адаптивна поведінка системи забезпечується в процесі багаторазових зовнішніх впливів на систему, запам'ятовуванням реакцій на ці впливи та результати реагування, а також корегуванням реакцій, спрямованих на підвищення ефективності поведінки системи. Інформацію, що накопичується в процесі самонавчання, використовують для вдосконалення критерію ефективності.

Вибір критерію ефективності під час оцінювання ступеня привабливості заходів з управління та вдосконалення НВП має супроводжуватися узгодженням мети операції та критерію ефективності. При цьому в критеріальною значущістю відповідної міри виступає  $W^{nomp.}$ . Її встановлення має проводитися за відомими об'єктивними показниками, що є добре

дослідженими. Проте відповідні технології, процедури та алгоритми не можуть вважатися оптимальними, оскільки не враховують особистого ставлення учасників НВП до відповідних заходів. Ця проблема набуває актуальності в активних освітянських гуманістичних системах, оскільки аналіз ефективності НВП спирається в абсолютній більшості випадків не на об'єктивні, а на суб'єктивні оцінки  $W^{номп}$  керівництвом ЗЗСО, педагогічними працівниками та ін. З наведеного можемо дійти висновку про нагальну потребу дослідження оціночної функції корисності та рівня домагань учасників НВП.

### **2.5. Застосування системно-інформаційної кваліметрії в управлінні навчально-виховним процесом**

Удосконалення процесів управління НВП у будь-якому закладі освіти є неможливим без системного уявлення його як цілісного явища, спрямованого на вироблення рішення, організацію, моніторинг, оптимальне регулювання об'єкта управління відповідно до державних стандартів освіти, аналізу та підведення підсумків на основі вірогідної інформації (рис. 2.5). Управління НВП – це явище, зумовлене як загальними об'єктивними закономірностями функціонування гуманістичних освітянських систем, так і закономірностями множини взаємодії їх підсистем та елементів. У педагогічному енциклопедичному словнику подано таке визначення: «Управління – це функція організованих систем різної природи, що забезпечує збереження їх визначеної структури, підтримку режиму діяльності, реалізацію їх програми і цілей» [346].

На нашу думку, актуальність введення квалітативної складової в процес управління НВП зумовлена наступним.

*По-перше*, в умовах приєднання вітчизняної освітянської системи до болонських домовленостей «*досягнення більшої сумісності та порівняності систем освіти*» постає неможливим без здійснення відповідної кваліметрії.

*По-друге*, компетентнісна орієнтація НВП у ЗЗСО потребує встановлення певних нормативних показників. Завдяки здійсненому аналізу (підрозділ 1.2) було виявлено, що оцінювання певних компетенцій, особливо тих, які утворюють соціально-особистісні компетенції, декларується, але не відбувається за відсутності єдиної методологічної бази їх кваліметрії.

*По-третє*, організація особистісно-орієнтованого навчання є неможливою без урахування людського чинника в процесах прийняття рішень, зокрема основних навчальних домінант і рівнів домагань. Зазначені



показники мають бути виміряні в добре зрозумілих фізичних показниках характеристик і показниках НВП.

*По-четверте*, у підрозділі 1.2 нами доведено органічний зв'язок між кваліметрією та системним аналізом, який можна розглядати як вищу форму прийняття рішень, що є основним змістом управління НВП.

*По-п'яте*, управління НВП тісно пов'язано з інноваціями. Їх суть полягає в забезпеченні нових рівнів якісної освіти випускників ЗЗСО, що змогли б задовольнити вимоги майбутнього роботодавця або закладів вищої освіти. Різноманіття поняття якості та її кваліметричних показників, що забезпечується в процесі інноваційної діяльності, дає змогу вдосконалювати систему управління якістю освіти в ЗЗСО загалом.

*По-шосте*, формування квалітативної культури як вищої форми уявлення учасником НВП специфічних особливостей особистісної діяльності має сприяти загальному підвищенню якості навчання.

З огляду на вищенаведене, проблеми оцінювання якості освіти стали предметом інтенсивних досліджень, які здійснюються у такій відносно новій науковій галузі знань, як кваліметрія. Вона вивчає закономірності отримання й обробки інформації про якість дидактичного об'єкта на всіх етапах його життєвого циклу [53]. Спочатку кваліметрію визначали як науку про вимірювання й оцінку якості продукції. І це було цілком природно, тому що проблема якості виробничої продукції є однією з найважливіших. У другій половині ХХ ст. основні наукові категорії, що належать і до технічних, і до природних, і навіть до гуманітарних наук – усі починають піддаватися спочатку формалізації, а потім – і кількісному виразу [304].

Комплексні кількісні оцінки якості, яким, згідно з постулатами системного аналізу, притаманна системна властивість емерджентності, останніми роками все частіше впроваджують у різні сфери людської діяльності. У наукових джерелах згадують проблеми комплексної оцінки якості різного роду об'єктів, що не є продуктами праці або оцінки якості протікання різних процесів. Для сучасних методик оцінки якості характерною є внутрішня єдність, оскільки вони базуються на загальних принципах кваліметрії. Згідно з теорією кваліметрії, ці методики однорідні та можуть бути описані одним алгоритмом. Також можна вважати, що:

1) методи комплексної кількісної оцінки якості поширюються на все більш нові сфери, досить віддалені від первинної сфери їх застосування;

2) алгоритм реалізації цих методів і принципи, на яких вони базуються, майже не відрізняються від прийнятих у теоретичній кваліметрії;

3) сфери застосування багатьох із цих методів (наприклад, оцінка якості навчання і виховання) є надзвичайно важливими. Тому корисними постають спільні дослідження проблем оцінки якості в різних соціально значущих сферах, адже це сприятиме підвищенню наукового рівня таких

досліджень. Окрім того, розширення сфери кваліметрії допоможе підвести наукову базу під цілий комплекс методів розв'язання завдань оцінки якості різних процесів і предметів, які не є продуктами діяльності, що матиме важливе практичне значення [23].

Оскільки кваліметрія – це сфера наукового знання, що вивчає методологію та проблематику розроблення комплексних, а іноді системних кількісних оцінок якості будь-яких об'єктів, то необхідно чітко уявляти співвідношення між якісним і кількісним описом освітнього процесу [450]. Кількість і якість є чимось розділним лише в абстракції. Реально вони існують у нерозривній єдності, у межах якої якість модифікується, варіюється відповідно до змін кількості й окремих неістотних властивостей, зберігаючи свої істотні характеристики.

Термін «кваліметрія» вперше було вжито в 1968 р. групою науковців на чолі з Г. Азгальдовим, які виявили методологічну спільність способів кількісного оцінювання якості різних об'єктів. Водночас було усвідомлено необхідність теоретичного узагальнення цих способів у межах самостійної наукової дисципліни «Кваліметрія» як науки про якість об'єктів, створених людиною, уживаних технологічних і виробничих процесів, а також про якість праці та тестових перевірок. Остаточною метою кваліметрії Г. Азгальдов вважав розроблення і вдосконалення методик, за допомогою яких якість конкретного оцінюваного об'єкта може бути виражена одним числом, що характеризує ступінь задоволення об'єкта суспільній або особистісній потребі [7].

На думку А. Субетто, кваліметрія в освіті – це наука про якість освіти в усьому її розмаїтті: якість функціонування та розвитку освітніх систем, НВП, учнів, педагогічного корпусу тощо. Вона формується на стику єдиної науки про освіту (едукології) та науки про якість об'єктів і процесів – квалітології [476]. Як зазначає Н. Сагітова, назріла необхідність щодо використання сучасних методів контролю й оцінки якості освіти. Кваліметрична складова освітнього процесу має містити: управління якістю освіти, систему забезпечення якості освіти, оцінку рівня НВП [450].

Отже, з аналізу кваліметричних термінів і понять стає зрозуміло, що кваліметрія освіти – це комплекс знань і вмінь педагога з проектування, оцінювання, забезпечення, контролю й управління якістю НВП, важливими напрямками якого є [23]:

- кваліметрія людини в освіті;
- оцінювання якості освітніх програм;
- оцінювання якості моделей фахівців і соціальних норм якості;
- оцінювання якості науково-педагогічного потенціалу;
- оцінювання якості наукової та матеріально-технічної бази.

Наголошуючи на важливості кваліметричного підходу в управлінні освітою, Ф. Міфтахутдінова визначає його основною метою освоєння нової ідеології якості як фундаментального знання. «Квалітативна освіта в сучасному інформаційному суспільстві необхідна кожному, незалежно від сфери його майбутньої діяльності, оскільки квалітативна підготовка є складовою частиною методологічної підготовки фахівця, що полягає в розумінні важливості для суспільства випуску якісної продукції, в умінні використовувати стандарти у вигляді інструменту для регламентації рівня якості, оцінювати цей рівень, мати навички в проектуванні систем управління якістю та розробленні дій, що управляють» [304].

Наукову сферу, що вивчає трансформацію методів, форм і технологій кваліметрії до оцінки психолого-педагогічних і дидактичних об'єктів називають педагогічною кваліметрією. Педагогічна кваліметрія утворює порівняно новий науковий напрям педагогічних досліджень, головним змістом якого є методологія та проблематика розроблення комплексних кількісних оцінок якості будь-яких об'єктів освітнього процесу [23; 167].

Попри те, що педагогічна діагностика і педагогічна кваліметрія пов'язані практичними сферами досліджень у межах цілісної педагогічної науки, у кожній з них є низка характерних особливостей. І якщо педагогічна діагностика виконує роль допоміжного елемента педагогічних досліджень, що максимально виявляється під час проведення моніторингу процесу навчання, то педагогічна кваліметрія, яка також має бути невід'ємним елементом будь-якого моніторингу, здатна здійснювати самостійний аналіз досліджуваних закономірностей на засадах математичного моделювання. Педагогічну діагностику здійснюють стосовно проблематики навчання та виховання з метою вироблення необхідних коректувальних заходів. Для того, щоб контроль міг надати об'єктивну оцінку РНД учнів і стимулював педагогічну діяльність, необхідно дотримуватися вимог [23]:

а) систематичності – контроль має здійснюватися регулярно з використанням різних методів і форм;

б) об'єктивності – перевірка має здійснюватись відповідно до вимог державних стандартів;

в) дієвості – результати контролю мають сприяти позитивним змінам, а також усуненню недоліків;

г) компетентності, того, хто перевіряє.

Інформація, отримана під час контролю, стає предметом педагогічного аналізу.

Способи діагностування можуть бути різними: від порівняльної оцінки за зовнішніми ознаками до кількісної оцінки об'єкта дослідження за допомогою педагогічних вимірників. Процедури педагогічної діагностики

зорієнтовані на отримання якісних висновків про стан освітнього процесу. На відміну від педагогічної діагностики, педагогічна кваліметрія припускає порівняння результатів і кількісних (наприклад, тестування), і якісних вимірів з наявними стандартами (наприклад, державним стандартом загальної освіти). Назва «Педагогічна кваліметрія» передбачає, що її апаратом є:

- педагогічні дії;
- принципи реалізації кваліметричного підходу;
- основні напрями і сфери застосування комплексних кваліметричних оцінок;
- кінцевий результат – система оцінки контролю й оцінки знань учнів.

Поняття кваліметричної технології діагностики РНД введено у зв'язку з необхідністю конкретизації нового аспекту діагностики якості навчання учнів в умовах багаторівневої системи вищої професійної освіти, оскільки кваліметрія – це сфера наукового знання, яка вивчає методологію та проблематику розробки комплексних, а в деяких випадках і системних кількісних оцінок якості будь-яких об'єктів, що виражають співвідношення між якісним і кількісним описом НВП.

Значущість комплексних оцінок і увага, яку приділяють їм дослідники, сприяли поширенню думки про те, що кваліметрія оперує лише комплексними безрозмірними оцінками, отриманими в результаті певних обчислень. Це звучує межі кваліметрії, оскільки виключає з її сфери диференціальні методи оцінки якості, тобто оцінки окремих, одиничних показників властивостей якості. Отже, на сучасному етапі кваліметрія в освіті починає об'єднувати не лише методи оцінки якості різних педагогічних об'єктів, а й методи оцінки якості його предметів, а також різних освітніх процесів. Таким чином, постає потреба щодо створення та реалізації концепції кваліметричного підходу в освітній системі.

Кваліметричний підхід в освітньому просторі зумовлює застосування системного підходу в процесі оцінювання якості та ефективності навчання учнів. Практичне розв'язання проблеми співвідношення якості та кількості в освіті також припускає підготовку педагогічних працівників до результативного й ефективного використання сучасних підходів, методів і засобів навчання в щоденній освітянській діяльності. Причому актуалізується положення про дуальну природу оцінки якості на основі бально-рейтингового контролю, що виконує функцію контролю та розвитку. Необхідно звернути увагу на те, що комплексна оцінка знань, умінь і навичок кожного учня передбачає об'єднання оцінки умов освітнього процесу, його змісту та результатів.

На сучасному етапі розвитку педагогічної кваліметрії всередині неї явно починають виділятися теоретична та прикладна складові. Теоре-

тична складова абстрагується від конкретних об'єктів і вивчає загальні закономірності та математичні моделі, що пов'язані з оцінюванням якості. Йдеться про філософські та методологічні проблеми кількісної оцінювання якості освіти. Упроваджені нині інтенсивні методи навчання сприятимуть пошуку нових форм підвищення якості й ефективності педагогічного контролю. З огляду на це, завдання прикладної педагогічної кваліметрії полягає в розробленні конкретних методик і математичних моделей для оцінювання якості об'єктів НВП. І зрозуміло, що краще розв'язувати такого роду задачі за допомогою створення моделі кваліметричної оптимізації НВП, використовуючи змістовні методи [23].

Розглядаючи можливості формалізації педагогічних знань за допомогою математичного моделювання, необхідно враховувати два напрями [214; 450]:

- 1) побудова моделі емпіричного об'єкта шляхом виокремлення його властивостей та їх опис з урахуванням психічних процесів і властивостей особистості;
- 2) розроблення методів, засобів і процедур вимірювань властивостей емпіричного об'єкта та їх додатків у практиці розв'язання різних педагогічних завдань навчання.

Обидва напрями пов'язані з експериментом і цілком відповідають загальнонауковій методології. Оскільки ми ставимо перед собою завдання щодо побудови, зокрема моделі реалізації бально-рейтингової системи оцінки і контролю РНД учнів на засадах кваліметричного підходу, другий напрям математичного моделювання ми вважаємо більш важливим.

Перспективи використання педагогічної кваліметрії як структурного елемента управління якістю освіти базуються на науково обґрунтованій методології кількісної оцінки якості та пов'язані з міждисциплінарним, міжгалузевим і міждержавним характером. Головними напрямками її

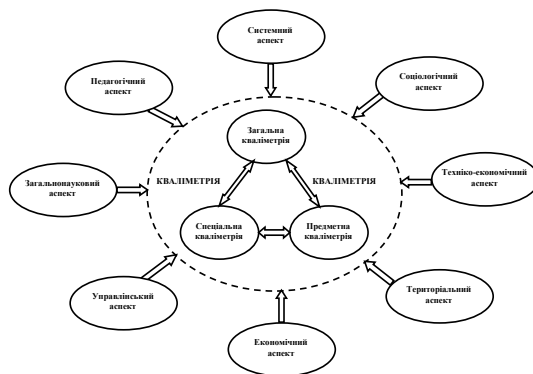


Рис. 2.15. Ілюстрація синтетичності кваліметричного підходу

використання є забезпечення конкурентоздатності випускника будь-якого закладу освіти на ринках праці; дослідження стану та тенденцій розвитку НВП в умовах модернізації вітчизняної освіти; розв'язання завдань з розроблення нових педагогічних систем і технологій, що сприяють формуванню та розвитку професійно-орієнтованої компетентності майбутнього фахівця. На сучасному етапі досі не сформувалася чітка теорія педагогічної кваліметрії, проте правомірно говорити про орієнтацію цього наукового напрямку, принципи і підходи до оцінки якості, головні, вузлові проблеми, на розв'язання яких мають спрямовувати зусилля вчені та фахівці.

Для розуміння суті кваліметрії необхідно розглядати її в межах квалітології – науки про якість. У структурі квалітології можна виокремити такі взаємозв'язані та взаємодіючі складові частини, як теорія якості, теорія управління якістю, кваліметрія, метрологія. Таким чином, кваліметрія – це синтетична система взаємозв'язаних теорій, які розрізняють залежно від ступеня спільності, засобів і методів вимірювання й оцінювання, до яких належать загальна, спеціальна та наочна кваліметрія, що об'єднуючись, становлять синтетичну кваліметрію [32; 240; 476]. Зазначену синтетичність утворюють (рис. 2.15):

- *загальна кваліметрія* – охоплює систему понять, теорію оцінювання, аксіоматику кваліметрії, теорію кваліметричного шкалування;

- *спеціальна кваліметрія* – розглядає моделі й алгоритми оцінки (експертна, ймовірносно-статистична, індексна, таксономічна, теорія класифікацій і систематизації складно-орієнтованих об'єктів, що мають ієрархічну будову, а також досліджує точність і достовірність отриманих оцінок);

- *предметна кваліметрія*, яку розрізняють за предметами оцінювання (продукція і техніка, праця і діяльність, рішення і проекти, процеси попиту, пропозиції, управління і інформаційного забезпечення).

Структурність, динамічність, визначеність і цілісність зазначених видів кваліметрії забезпечує механізм їхньої взаємодії. Так, загальна кваліметрія трансформує спеціальну кваліметрію з урахуванням особливостей уживаних методів і моделей оцінки, а остання відображається в предметній кваліметрії. Взаємозв'язки загальної, спеціальної та предметної кваліметрії відображають суть філософського підходу до вивчення будь-яких ієрархічних систем як відношення загального, особливого і одиничного. У кваліметрії як у науці можна виокремити спеціальні аспекти, які також відображено на рис. 2.15.

*Загальнонауковий аспект* визначають філософсько-методологічна і загальнонаукова функції категорії якості. Також він передбачає формування значної кількості предметних властивостей кваліметрії (продукція, техніка, праця тощо). Застосування цього аспекту створює дієвий

механізм вибору кращих варіантів багатокритеріальних рішень у всіх сферах і на всіх рівнях управління якістю.

*Системний аспект* кваліметрії визначає її як системну теорію, що охоплює головні ознаки системи (структурність, динамічність, визначеність, впорядкованість) і дає змогу застосовувати системний підхід до процесів оцінки, аналізу й управління.

*Техніко-економічний аспект* відображає спрямованість кваліметрії на комплексні оцінки економічних і технічних властивостей об'єктів і процесів, а також реалізується через результатно-витратні заходи ефективності, техніко-економічні та інші показники. Він зумовлений необхідністю кількісного оцінювання якості та класифікації продукції за якісними категоріями, а не лише за окремими властивостями.

*Економічний аспект* має політекономічний зміст категорії якості в її взаємодії зі споживною вартістю й охоплює методи економетрії як теоретичного вимірювання економічних властивостей створених об'єктів і процесів.

*Педагогічну кваліметрію* визначають як «дисципліну, що вивчає методологію і проблематику кількісної оцінки якості педагогічних інновацій і педагогічної діяльності загалом» [346]. Подана дефініція запозичена з російського енциклопедичного словника, оскільки у відповідних вітчизняних джерелах [140; 347] терміни «кваліметрія» та «педагогічна кваліметрія» не розглядають. У контексті методології якості освіти необхідно зупинитися на певних питаннях загальнонаукового аспекту кваліметрії.

Кваліметрія використовує специфічну термінологію, тому наведемо базові терміни, що сприяють розумінню її суті.

Отже, *кваліметрія* – це наукова дисципліна, що вивчає методологію і проблематику кількісного оцінювання якості (окремих складових властивостей) об'єктів будь-якої природи.

*Кваліметрична інформація* – це кількісна інформація про якість об'єкта, що дає змогу дійти висновку про кращу чи гіршу (наскільки або в скільки разів краще/гірше) якість цього об'єкта в порівнянні з іншим.

*Кількісне оцінювання якості або інтегральної якості* – це процес, завдяки якому в комплексній, кількісній формі отримують кваліметричну інформацію про якість (або інтегральну якість) об'єкта з урахуванням не окремих, а всіх його властивостей.

*Об'єкт* – це будь-який предмет (процес, явище) матеріальний або ідеальний (уявний), живий або неживий, природний або штучний, продукт праці або продукт природи.

*Властивість* – це риса, особливість, характеристика об'єкта, що виявляється під час його виробництва (створення) або споживання (застосування, використання, експлуатації). *Проста властивість* – це властивість,

що не може бути декомпована на сукупність двох або більше інших, менш складних властивостей. *Складна властивість* – це властивість, яка може бути декомпована на дві або більше інших, менш складних властивостей. Зазначимо, що комплекс властивостей також може бути (хоча і не завжди) властивістю об'єкта, але більш складною.

Отже, можемо визначити зміст досліджуваної дефініції «системно-інформаційна кваліметрія». Це системно організований збір якісно-кількісної інформації про дидактичні показники, потрібні для прийняття рішень в управлінні НВП. Реалізація системно-інформаційної кваліметрії в контексті цієї праці здійснюється наступним чином.

Оскільки прийняття рішень – це головна функція будь-якого менеджменту, то кваліметрія реперних показників і характеристик НВП має бути зорієнтована на забезпечення прийняття відповідних рішень. Причому звернемо увагу на таке.

Із семи видів компетентності, що мають бути сформовані у випускника ЗЗСО, суттєву увагу приділяють розробленню кваліметричних моделей для трьох із них (*див. рис. 2.5*). Це можна пояснити тим, що когнітивні, поведінкові та мотиваційні компетентності меншою мірою залежать від навколишнього середовища та пов'язані з об'єктом управління в НВП, тобто з учнем. Розроблені нами технології та процедури нескладно адаптувати та застосувати для кваліметрії операційно-технологічних, соціальних та етичних компетенцій, формування яких в учнів, як підтверджують результати нашого аналізу (*підрозділ 1.2*), лише декларує МОН України. Наприклад, введення для оцінювання зазначених компетенцій бальної шкали будь-якої розмірності, побудованої на засадах методології нечіткої математики не викликає труднощів. Подальша дефазифікація бальних оцінок і надання їм коефіцієнтів бажаності відкриває перспективи для ефективного математичного оброблення результатів кваліметрії. Наш підхід має перевагу над відомими й апробованими методами соціологічних досліджень, оскільки отримані за допомогою його використання однорідні показники, нескладно агрегувати в інтегральний, застосовуючи мультиплікативну функцію Харрінгтона. Що сприяє отриманню не лише більш обережної і надійної оцінки, але ж і запобіганню прояву так званих статистичних помилок I–II роду.

У процесі встановлення РНД учнів обов'язково здійснюють розв'язання таких кваліметричних завдань:

- класифікаційне розрізнення тих, хто навчається;
- рейтингова оцінка тих, хто навчається;
- кількісне оцінювання знань;
- лінгвістична оцінка тих, хто навчається, яка має мотиваційне наповнення.



Очевидно, що відомі шкали вимірювань неадекватні за ефективністю у розв'язанні перелічених дидактичних кваліметричних завдань, тому визначення цієї ефективності становить окрему наукову задачу в межах розробленої структури системно-інформаційної кваліметрії в управлінні НВП (рис. 2.5).

В умовах упровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу оцінювання знань здійснюють за допомогою бально-рейтингової системи, що забезпечує узгодженість РНД учнів у абсолютній 100-бальній і якісних 4-бальній та 7-бальній (ECTS) шкалах. Якщо йдеться про кваліметрію РНД за допомогою об'єктивного тестового контролю, то постає питання формування цієї шкали, оскільки тестові завдання неадекватні за складністю. Це має бути враховано у підсумковій оцінці тестування. З аналізу наукових джерел і досвіду досліджень [22; 200; 314; 348; 427] випливає, що йдеться про системне розв'язання однокрокової задачі прийняття рішень з векторним показником ефективності. Привласнення кожному балові 100-бальної відповідної якісної оцінки ефективно відбувається шляхом побудови кваліметричних нечітких моделей. Тоді рішення щодо зазначеної відповідності приймають, спираючись на значення функції належності лінгвістичної змінної «РНД». Методи та моделі нечіткої математики активно застосовують і під час проведення системного аналізу досліджуваних педагогічних явищ, і під час прийняття рішень, зокрема в освітянських гуманістичних системах [32; 98; 183; 184; 185; 197; 198; 204; 205; 207; 208; 212; 316; 382; 406 та ін.].

Окремі поточні оцінки з певної навчальної дисципліни не дають уявлення про загальний рівень навченості учня, однак це може здійснити узагальнена оцінка. Визначення рейтингу учня у межах навчальної групи чи класу є неможливим без узагальнення відповідних оцінок зі спектру навчальних дисциплін, які він вивчає. Просте усереднення оцінок 100-бальної чи 12-бальної шкали дає ризиковані результати, а робити це з оцінками якісних шкал, привласнюючи їх відповідні бали недоречно, оскільки йдеться про недоліки застосування методу Борда. Таким чином, кваліметрію інтегрованої оцінки необхідно розглядати в контексті системного аналізу, тобто тієї самої однокрокової задачі прийняття рішень з векторним показником ефективності. До того ж, необхідно обґрунтувати вид агрегуючої функції. За умов відсутності об'єктивного тестового контролю має бути здійснено дефазифікацію якісних оцінок.

Будь-яку задачу управління чи проблемну ситуацію в НВП не можна розв'язати без урахування ставлення його учасників до показників і характеристик цього процесу, а також до відповідних заходів. Відповідно до принципів системного аналізу таке ставлення будемо розглядати як систему переваг. Виявлення та кваліметрію систем переваг можна здійснювати

різними способами. Один із них пов'язано з побудовою й аналізом оціночних функцій корисності показників і характеристик НВП, які можуть формуватися з метою розв'язання закритої задачі прийняття рішень, коли виявляють ставлення учасника НВП до ризику та встановлюють основну навчальну доміную прийняття рішень (схильність, несхильність, байдужість до ризику), яка кваліметрично характеризує мотивацію учасників НВП щодо досягнення успіху (схильність до ризику) та запобігання невдач (несхильність до ризику). Якщо йдеться про відкриту задачу прийняття рішень, то побудова оцінних функцій корисності відкриває перспективи виявлення рівнів домагань учасників НВП як головних показників їх мотивації та самооцінки.

Систему переваг учасників НВП можна розглядати як упорядковану низку характеристик і показників, що застосовують для управління ним. У такому разі прийняття рішень полегшується, оскільки найкраща альтернатива перебуває на першому ранговому місці, наступна за важливістю – на другому тощо.

Системний аналіз передбачає розроблення комплексу способів виявлення систем переваг. Оскільки вони базуються на експертних процедурах, то в процесі їх застосування для формування індивідуальних систем переваг необхідно запобігти вад методу Борда, а під час узагальнення індивідуальних переваг у групову – парадоксу Кондорсе. З огляду на це, важливим є застосування непараметричних методів формування групових систем переваг, що базуються на класичних критеріях прийняття рішень, а також медіани Кемені.

Процес управління НВП також пов'язаний з оцінкою ефективності взаємодії його учасників. Якщо таку взаємодію умовно уявити як конфлікт, то його формальний опис, моделювання та розв'язання можливе за допомогою методів теорії ігор, що є складовою і теорії прийняття рішень, і теорії системного аналізу. Доведено можливість застосування методів теорії ігор для кваліметрії процесу взаємодії в діаді «педагогічний працівник – учень» з урахуванням людського чинника, тобто особистої харизми педагогічного працівника, а також рівня академічної обдарованості та ставлення учня до навчання [413; 421].

## **2.6. Застосування методів теорії якості для визначення ефективності шкал кваліметрії навчально-виховного процесу**

Під час розроблення моделі, що подана на рис. 2.5, нами було обґрунтовано необхідність здійснення системно-інформаційної кваліметрії реперних характеристик і показників НВП, які є більш важливими з точки

зору досягнення кінцевої мети управління. Якщо управління НВП – це самостійний об’єкт вивчення та аналізу, то необхідно оцінити його якість [7; 103; 121; 198; 219; 341; 342; 351; 407; 462; 476; 478; 510]. За визначенням, *якість об’єкта* – це комплекс властивостей, які визначають його придатність задовольнити певні потреби відповідно до призначення [106]. Оцінювання заходів в управлінні НВП спрямоване на підвищення його ефективності. *Ефективність системи* визначають як узагальнену властивість, що характеризує ступінь пристосованості до виконання поставлених перед нею задач [314]. Зазначена властивість є комплексною та незалежно від виду об’єкта містить складні властивості, серед яких найбільш важливою є *функціональність* [73]. Порівнявши поняття «*ефективність*» та «*якість*», ми бачимо їх практичну близькість. Тому оцінка ефективності управління НВП може бути виконана на засадах положень теорії якості.

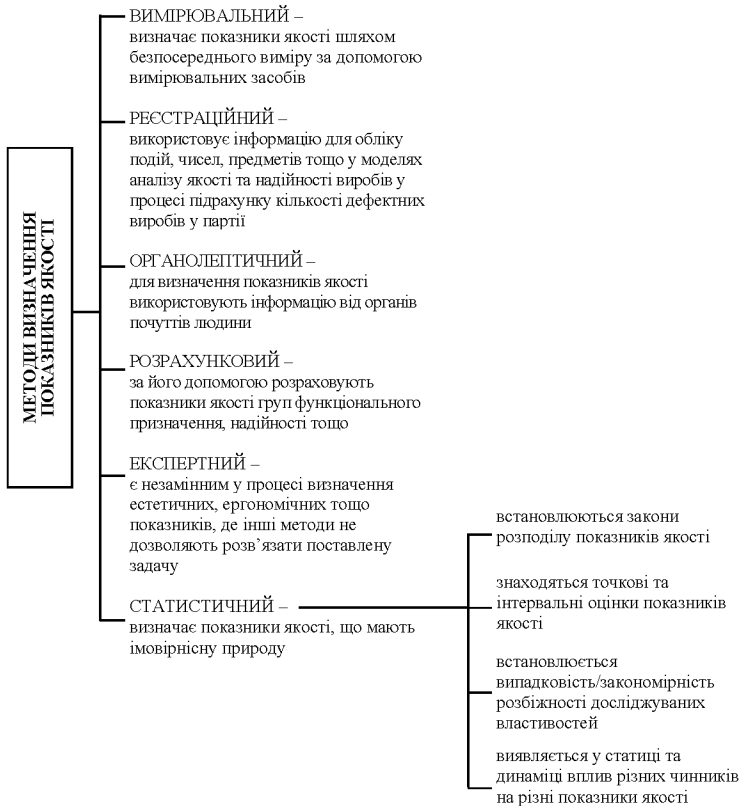


Рис. 2.16. Методи визначення показників якості навчально-виховного процесу

Кількісно якість оцінюють за допомогою *показників якості*, тобто характеристиками однієї/декількох властивостей об'єкта, що розглянуті стосовно визначених умов. Залежно від рівня аналізу та цілей показники якості подають як окремі одиничні (частинні) показники або у вигляді комплексного показника. Для визначення показників якості використовують різні методи (рис. 2.16), серед яких виділимо експертний як більш універсальний для потреб кваліметрії НВП.

Особливість *реєстраційного методу* полягає в можливості визначити кількість параметрів за встановленим обмеженням. Наприклад, у процесі встановлення «прохідного бала» можна встановити кількість учнів, які його долають/не долають під час випробувань.

Якість НВП може визначатися РНД, виявленим у старшокласника в результаті об'єктивного тестового контролю знань. Незалежно від навчальної дисципліни, з якої проводиться тестування, результати мають загальне функціональне призначення.

Згідно з теорією якості [332; 335; 357], це дає змогу зарахувати ці результати до «*однорідної продукції*», для оцінювання якості якої застосовують такі методи: 1) диференційований; 2) комплексний; 3) змішаний.

Зазначена однорідність може виявлятися і за умов застосування якісних бальних шкал для оцінювання сформованого рівня естетичної чи поведінкової компетентності учня. Однак для запобігання вад методу Борда з цими вимірюваннями не можна поводитися як зі звичайними числами. Проте з досліджень [178; 198; 388; 390; 393; 396; 404] випливає, що для забезпечення можливості здійснювати над бальними оцінками відповідні математичні перетворення їм необхідно привласнити певні коефіцієнти бажаності.

За допомогою *диференційованого методу* порівнюють однойменні показники оцінювального та базового зразків, визначаючи, які показники досягли базового зразка, а які відрізняються. Рівні показників якості продукції визначають так:

$$q_i = \frac{p_i}{p_i^{em.}}; \quad q_i = \frac{p_i^{em.}}{p_i}; \quad (2.55)$$

де  $p_i$ ,  $p_i^{em.}$  – відповідно поточне й еталонне значення  $i$ -го показника.

За наявності обмежень у значеннях одиничних показників якості маємо:

$$q_i = \frac{(p_i - p_i^{брак.})}{(p_i^{em.} - p_i^{брак.})}; \quad \text{або} \quad q_i = \frac{(p_i^{em.} - p_i^{брак.})}{(p_i - p_i^{брак.})} \quad (2.56)$$

де  $p_i^{брак.}$  – неприйнятне значення  $i$ -го показника, що відбраковується.

Комплексний метод застосовують тоді, коли можна визначити функціональний взаємозв'язок комплексного показника якості й одиничних показників. Цей метод може виражатися головним показником, що відображає призначення продукції, інтегральним і середньозваженим показниками, процедури застосування яких розкрито у працях [314; 409].

З метою покращення якості НВП потрібно вміти визначити його кількісно (рис. 2.5). Оцінка якості – це перший і головний етап системи управління якістю освіти. Тому необхідно розробити об'єктивні методи оцінки якості. Якість і кількість – це результат певного процесу. Цей результат у сфері споживання продукції освітнього процесу формує ефект, що є мірою якості відповідної продукції. Мірою якості (або числовим уявленням)  $R$  і його елементів  $r(t)$  називають їх відображення на шкалі дійсних чисел  $R_j$  [240]:

$$\mu : R \rightarrow R_j \text{ або } r(t) \rightarrow R_j. \quad (2.57)$$

Аналогічно визначається міра (кількісне уявлення) факторів:

$$Z : V \rightarrow R_j \text{ або } U(t) \rightarrow R_j. \quad (2.58)$$

Таким чином, *міри* – це функціонали якості або функціонали чинників

$$\mu = \mu_n^0 \mu_{n-1}^0 \dots \mu_2^0 \mu_1^0; \quad \mu = \mu_n \circ \mu_{n-1} \circ \dots \circ \mu_2 \circ \mu_1 \quad (2.59)$$

або

$$\mu(r(t)) = \mu_n(\dots \mu_2(\mu_1(r(t)))) \dots. \quad (2.60)$$

У частинному випадку  $\mu \equiv E$ , тобто  $\mu(r(t)) \equiv r(t)$ , де  $E$  зазвичай – одинична матриця [240; 476].

Синонімом міри якості є її показник  $\mu \sim p$ . У відображенні замість множини  $R_e$  реальних чисел застосовують множину лінгвістичних смислових одиниць  $S_e$  типу «відмінний», «хороший», «придатний», «непридатний» тощо. Цю міру називають семантичною мірою якості. У символічному записі вона буде мати такий вигляд:

$$S : R \rightarrow S_e \text{ або } S : \{r_i\} \rightarrow S_e. \quad (2.61)$$

Поняття семантичної міри включає до кваліметрії не лише кількісну, а й семантичну (якісну, лінгвістичну) оцінку. До головних типів мір якості зараховують відображення шкалування та відображення згортання (комплексування, агрегації, узагальнення). Ефективність процесу кваліметрії НВП, насамперед знань, з одного боку, залежить від ефективності відповідних шкал або систем оцінювання, що для цього застосовують, а з іншого – від якості навчальних завдань (тестів), які охоплюють певну частину знань, що контролюються [306; 499].

МОН України приділяє проблемам кваліметрії знань особливу увагу та вимагає від ЗЗСО *«введення механізму об'єктивного педагогічного контролю з вивчення результатів діяльності системи загальної середньої освіти і рівнів навчальних досягнень тих, хто навчається»*. Сюди зараховано також *«технологію стандартизованого тестування»* [147; 307].

Рекомендується також орієнтуватись на вимоги Міжнародної стандартної класифікації занять (ISCO-88), Міжнародної стандартної класифікації освіти (ISCED-97), Міжнародного стандарту якості серії ISO 9000, а також на критерії та стандарти, узгоджені країнами-учасниками Болонського процесу [34]. Тому вітчизняні науковці досліджують та вдосконалюють процеси організації НВП, орієнтуючись на задоволення вимог перелічених документів. Однак, попри очевидні позитивні зрушення, проблеми педагогічної кваліметрії знань упродовж останніх 15-ти років висвітлено в обмеженій кількості фундаментальних наукових і навчально-методичних праць [143; 198; 323; 333; 476; 510]. Відповідні процедури в контексті єдиних науково-методологічних позицій не розглянуто і не узагальнено. Недостатньо використовують досвід психологічної, соціологічної та медичної кваліметрії [3; 16; 72; 101; 143; 254; 269; 344; 479; 488; 506 та ін.]. Наведені прогалини гальмують загальний системний розвиток вітчизняної педагогічної науки, створюють певні «хибні ланки» в безперервному ланцюгу вдосконалення методів наукових досліджень, аналізу відповідних реальних процесів і не сприяють ефективному впровадженню у НВП інноваційних освітніх технологій..

Доцільно розглянути порівняльну ефективність оціночних систем, орієнтуючись на особливості шкал вимірювання [22; 72; 101; 121; 306; 314; 348; 478; 510; 514] та враховуючи результати відповідних досліджень у педагогіці [101; 196; 198; 202; 280; 407; 499 та ін.].

Специфіку розкриття поняття «вимірювання» зазвичай визначають особистісні наукові інтереси конкретного дослідника. Спільним у визначеннях є таке: *вимірювання – це алгоритмічна операція присвоєння чисел речам (об'єктам, предметам, станам) відповідно до певних правил* [101]. Таку відповідність забезпечує те, що результати вимірювань охоплюють інформацію про об'єкт, а кількість інформації залежить від дидактичної ефективності шкал вимірювання [293; 306; 499].

Проаналізувавши сутність вимірювань у дидактиці, Н. Розенберг обґрунтував дефініцію [440], що було розглянуто в підрозділі 1.2. Вимірювання перетворює певні властивості сприйняття людини на відомі речі, що піддаються переробці та позначаються певними числами. Роль вимірювання в педагогіці, психології, правознавстві, економіці, а також у кожному соціальному заході є досить важливою. Потрібну інформацію отримують з результатів дослідження шляхом їх перетворень (обробки

експериментальних даних). Чим більш точною є відповідність між станами та їх позначками, тим більше інформації можна отримати за допомогою обробки даних. Ступінь цієї відповідності залежить не лише від організації вимірювань, а й від природи явища, що досліджується і визначає допустимі/недопустимі методи обробки даних [22; 314].

Процес будь-якого вимірювання має здійснюватися за допомогою певних шкал. Шкалою (за П. Супесом і Дж. Зінесом), назвемо впорядковану трійку, що складається з емпіричної системи з відношеннями, кількісної системи з відношеннями та функції, яка гомоморфно зображує вихідну систему в іншу [478]. Таке перевтілення подано на рис. 2.17 [22].

З рис. 2.17 видно, що шкалування – це метод моделювання реальних процесів за допомогою числових систем, який є одним із важливих засобів математичного аналізу педагогічних явищ, а також способом організації емпіричних даних. Оскільки більшість педагогічних об'єктів неможливо строго фіксувати щодо місця та часу їх існування, то вони не піддаються прямому вимірюванню. Постає питання щодо специфіки числової системи, що може співвідноситися з емпіричними даними такого роду. Різні методи шкалування постають особливими прийомами трансформації якісних характеристик у певну числову змінну.

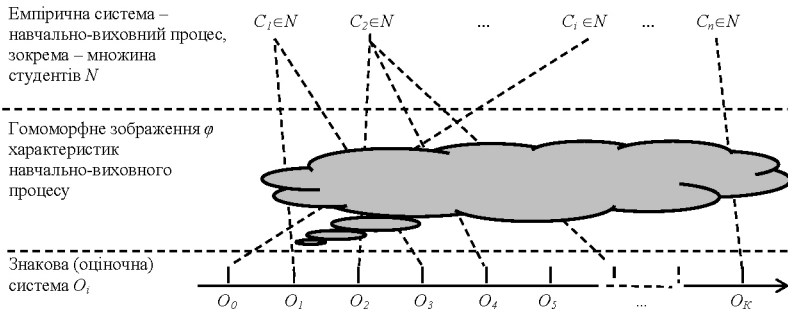


Рис. 2.15. Загальна ілюстрація кваліметрії навчально-виховного процесу

*Шкалування* – це міра якості, що вводить відносини, які упорядковують на вимірюваній множині властивостей або їх міри. Шкалування – це процес відображення за заданими правилами емпіричних множин у формальні. Причому емпіричну множину розуміють як будь-який комплекс реальних об'єктів (людей, явищ, властивостей, подій) НВП, що перебувають у певній взаємодії. Ці відносини можуть бути представлені емпіричними операціями:

- рівність (рівно « $\Rightarrow$ » / нерівно « $\neq$ »);
- ранговий порядок (більше « $>$ » / менше « $<$ »);

– рівність інтервалів; рівність відносин.

Формальна множина – це довільна сукупність символів, пов'язаних певними відносинами, які відповідно до емпіричних відносин описують за допомогою чотирьох видів формальних математичних операцій:

- «рівно/нерівно» ( $\langle = \rangle / \langle \neq \rangle$ );
- «більше/менше» ( $\langle > \rangle / \langle < \rangle$ );
- «додавання/віднімання» ( $\langle + \rangle / \langle - \rangle$ );
- «множення/ділення» ( $\langle \times \rangle / \langle : \rangle$ ).

У процесі шкалування обов'язковою умовою є взаємно однозначна відповідність між елементами емпіричної та формальної множин. Таким чином, кожному елементу однієї множини має відповідати певний елемент іншої, і навпаки. Причому взаємнооднозначна відповідність типів відносин між елементами обох множин (ізоморфізм структур) є обов'язковою. У разі ізоморфності цих структур здійснюється так зване пряме (суб'єктивне) шкалування, за відсутності ізоморфізму – непряме (об'єктивне) шкалування [240; 347; 476].

Підсумком шкалування є побудова шкал, тобто деяких знакових (числових) моделей досліджуваної реальності, за допомогою яких можна виміряти цю реальність. Таким чином, шкали є вимірювальними інструментами. Загальне уявлення про різноманіття шкал можна отримати з праць [22; 101; 121; 306; 314; 369; 439; 510; 514 та ін.], де наведено їхню класифікаційну систему та короткі описи кожного виду шкал.

Шкалування може бути одновимірним і багатовимірним. Одновимірне шкалування – це процес відображення емпіричної множини у формальній за одним критерієм (за одним із показників компетентності). Отримувані одновимірні шкали відображають або відносини між одновимірними емпіричними об'єктами (одними і тими самими властивостями багатовимірних об'єктів), або зміни однієї властивості багатовимірного об'єкта. Одновимірне шкалування реалізується за допомогою методів і прямого (суб'єктивного), і непрямого (об'єктивного) шкалування. *Пряме (суб'єктивне) шкалування* є процесом відображення в уяві педагогічного працівника емпіричної множини у формальну (прийнятну шкалу оцінювання знань) при взаємно однозначній відповідності (ізоморфізм) структур цих множин. *Непряме (об'єктивне) шкалування* – процес відображення емпіричної множини у формальну за взаємної невідповідності (відсутність ізоморфізму) між структурами цих множин.

Для кількісного виразу відчуттів та уявлень використовують зовнішні (не прямі) одиниці вимірювання, які базуються на різних оцінках випробовуваних: мало помітні відмінності, часові реакції, дисперсія розрізнення, розкид категоріальних оцінок тощо. Непрямі шкали за спосо-



бами їх побудови, початковим припущенням і одиницям вимірювання утворюють декілька груп, головними з яких є:

- 1) шкали накопичення або логарифмічні шкали;
- 2) шкали, засновані на вимірюванні часу;
- 3) шкали суджень (порівняльних і категоріальних).

У разі багатовимірного шкалування здійснюється процес відображення емпіричної множини у формальну одночасно за декількома критеріями. Багатовимірні шкали відображають або відносини між багатовимірними об'єктами, або одночасні зміни декількох ознак одного об'єкта. Процес такого шкалування, на відміну від одновимірного, характеризується більшою трудомісткістю формалізації даних. З огляду на це, застосовують потужний статистико-математичний апарат (наприклад, кластерний або факторний (компонентний) аналізи), що є невід'ємною частиною методів багатовимірного шкалування.

Шкали вимірювань прийнято класифікувати за типами вимірюваних даних, які визначають допустимі для вимірів цієї шкали математичні перетворення, а також типи відносин, що відображаються відповідною шкалою. Сучасну класифікацію шкал запропонував у 1946 р. С. С. Стівенсон. Її зміст відображено на рис. 2.18.



Рис. 2.18. Співвідношення типів шкал і відповідні перетворення у них

Специфіка типу шкали має особливу інформативність і клас допустимих математичних перетворень результатів вимірювань, за межі яких не можна виходити без ризику здобути хибні або недостовірні результати. Це зауваження набуває важливого значення в дослідженнях ефективності кваліметрії НВП, яка залежить від великої кількості різноманітних за

характером і природою чинників, що складно пов'язані та взаємодіють між собою та властиві учасникам цього процесу, а також навчальному завданню, що виконується під час перевірки.

*Шкала найменувань* (номінальна) – це найпростіша з усіх шкал. У ній числа виконують роль ярликів і слугують для виявлення та розрізнення об'єктів, які вивчаються. Числа, що утворюють шкалу найменувань, дозволено міняти місцями. У цій шкалі немає відносин типу «більше/менше». За допомогою шкали найменувань можна здійснювати деякі математичні операції (визначення *символу Кронекера*, спираючись на який, можна рахувати кількість збігів (спостережень) у деякому  $k$ -му класі, обчислювати відносні частоти класів і порівнювати їх, встановлювати збіг думок).

*Шкала порядку* (ранжирування). Місце вимірюваного показника за такою шкалою називають рангом, а сама шкала є ранговою. Її числа впорядковані за рангами (зайнятими місцями), але точно виміряти інтервали між ними неможливо. На відміну від шкали найменувань, шкала порядку дає змогу не лише встановити факт рівності або нерівності вимірюваних об'єктів, а й визначити характер нерівності у вигляді думок: «більше/менше», «краще/гірше» тощо.

У шкалі порядку вимірюють якісні показники, тобто такі, що не мають суворої кількісної міри. Ці шкали широко використовують у гуманітарних науках: педагогіці, психології та соціології. Їх популярність визначив Н. Розенберг, який зазначав, що «в педагогічній практиці майже монопольним способом оцінювання засвоєння слугує позначка на порядковій шкалі. Таке значне поширення порядкових шкал у навчально-виховному процесі та дослідженнях навчання та виховання можна пояснити тим, що в багатьох випадках, вивчаючи педагогічні об'єкти і явища, ми не маємо кількісної міри, сильнішої, ніж оцінка порівняльної інтенсивності тієї самої ознаки у різних об'єктів» [440]. Він також вказував на те, що «лише такий чутливий, складний і рухливий інструмент, як людина-спостерігач, може забезпечити задовільну інформацію щодо діяльності або характерних особливостей іншої особи чи об'єкта. Людина постає в таких ситуаціях своєрідним вимірювальним приладом з індивідуальними особливостями і характеристиками: вибіркоvim сприйняттям, пам'яттю, інтелектом і нерідко, відсутністю чутливості до того, що важливо в педагогічному або психологічному відношенні...».

До рангів шкали порядку можна застосовувати більше математичних операцій, ніж до чисел шкали найменувань [43; 48; 76; 101; 136; 263; 264; 312; 314; 343; 392; 451; 479].

*Шкала інтервалів* – це така шкала, у якій числа не лише впорядковані за рангами, а й розділені певними інтервалами. Особливість, що від-

різняє її від описуваної далі шкали відносин, полягає в тому, що нульову точку відліку обирають довільно. Прикладами цього є календарний час (початок літочислення в різних календарях встановлювалось із випадкових причин), температура, потенційна енергія піднятого вантажу, а також потенціал електричного поля тощо.

Результати вимірювань за шкалою інтервалів обробляють за допомогою всіх математичних методів, окрім обчислення відносин. Ці шкали дають відповідь на запитання: «На скільки більше?». Однак вони не дають змогу стверджувати, що одне значення зміряної величини в стільки-то разів більше/менше за інше.

*Шкала відношень* відрізняється від шкали інтервалів тим, що на ній чітко визначено положення нульової точки відліку. Тому немає жодних обмежень щодо математичного апарату, який використовують для обробки результатів спостережень. За шкалою відношень вимірюють величини, які утворюються як різниці чисел, відлічені за шкалою інтервалів. Під час використання шкали відношень (і лише в цьому випадку) вимірювання певної величини передбачає експериментальне визначення відношення цієї величини до іншої подібної, прийнятої за одиницю. Використовувати шкалу інтервалів і відношень можна за умов застосування абсолютних шкал вимірювання знань.

*Абсолютна шкала* забезпечує можливість здійснювати безпосереднє вимірювання. Причому на ній встановлюються абсолютні кількісні значення вимірюваного показника. Така шкала абсолютних значень має ті самі властивості, що й шкала відношень, однак відрізняється тим, що величини, позначені на цій шкалі, мають абсолютні, а не відносні значення. Результати вимірювань за шкалою абсолютних величин мають найбільшу достовірність, інформативність і чутливість до неточностей вимірювань. Наприклад, лише абсолютна 100-бальна шкала дає змогу здійснювати безпосереднє вимірювання обсягу знань тих, хто навчається.

Розглянуті типи шкал і припустимі перетворення над відповідними вимірюваннями в них подано на рис. 2.18, де відображено ієрархію прийнятності застосування шкал для кваліметрії НВП.

*Лінгвістичні (нечіткі) шкали.* Шкали вимірювань, що було розглянуто, надають можливість комплексно здійснити або кількісну, або якісну кваліметрію показників НВП. Однак у контексті наших досліджень необхідно розглядати їх органічний синтез. Таким чином, вважаємо доцільним ще раз згадати думку Н. Розенберга про доцільність раціонального синтезу якісного та кількісного аналізу в педагогіці [440]. На цей *раціональний синтез* спрямовані лінгвістичні (нечіткі) шкали. Їх розробленню сприяла нагальна потреба відповіді на таке запитання: «Чи можуть звичайні кількісні методи вимірювань бути ефективними

для аналізу освітніх гуманістичних систем, про які йшлося у підрозділах 1.1 та 1.2?» Передумови створення нечітких шкал було розглянуто вище.

Зазначений підхід інтуїтивно використовують у практиці психолого-педагогічної кваліметрії. Зокрема характеристики оцінок шкали ECTS мають виражений нечіткий (розпливчастий) характер. У дослідженні [382] доведено, що нечіткі лінгвістичні оцінки мають мотивуючий зміст. Це відкриває перспективи здійснювати кількісно-якісну кваліметрію, наприклад, РНД тих, хто навчається, в умовах поширеної кредитно-модульної організації НВП і бально-рейтингової оцінки знань. Для цього необхідно побудувати науково обґрунтовані якісні бально-рангові шкали, кожній лінгвістичній оцінці якої ставиться у відповідність кількісний вимір абсолютної 100-бальної шкали. Дослідження [198; 382; 431; 497 та ін.] вказують, що йдеться про побудову спочатку терм-множини лінгвістичної змінної «РНД» для якісної шкали визначеної розмірності, а потім – відповідних функцій належності за встановленого аргументу – континууму абсолютної 100-бальної шкали. Так можна реалізувати системно-інформаційну кваліметрію РНД (рис. 2.5), результати якої застосовують в управлінні НВП.

Здійснений аналіз відомих шкал вимірювання підтверджує, що найбільш ефективною з них необхідно визнати абсолютну шкалу, в яку потрібно переводити результати будь-яких вимірювань. Проте для деяких вимірювань застосування саме абсолютної шкали може бути недоречним. Якщо йдеться про просте розрізнення учнів за РНД (вимір у номінальній шкалі), то більш ефективно це можна здійснити за абсолютною 100-бальною шкалою. Однак, з огляду на психофізіологічні можливості людини з розрізнення та запам'ятовування певної кількості об'єктів, а також необхідності наповнення кожної оцінки мотиваційним змістом (вимір у лінгвістичній шкалі), застосування 100-бальної шкали може бути неефективним.

З урахуванням наведеної логіки міркувань, введемо такі критерії порівняльної ефективності відомих бальних шкал (4-бальної, 5-бальної, 7-бальної (ECTS), 9-бальної (стенайнів), 10-бальної (стенів), 12-бальної та 100-бальної), що застосовують у практиці психолого-педагогічних і соціологічних досліджень:

- 1) класифікаційне розрізнення учнів за РНД (вимір за номінальною шкалою);
- 2) рейтингова оцінка учнів (вимір за шкалою впорядкування);
- 3) кількісне оцінювання знань (вимір за шкалами інтервалів, відношень та абсолютною);
- 4) мотиваційна оцінка (вимір за лінгвістичною шкалою).

Застосування названих критеріїв для порівняльного аналізу ефективності зазначених шкал подано в табл. 2.1.

## Порівняльна ефективність шкал оцінювання знань

№	Критерії вимірювання рівнів навчальних досягнень	Ранжирування шкал оцінювання знань за ефективністю
1	2	3
1	Класифікаційне розрізнення тих, хто навчається	100-бальна >> 12-бальна > 10-бальна > > 9-бальна > 7-бальна > 5-бальна > 4-бальна
2	Рейтингова оцінка тих, хто навчається	100-бальна >> 12-бальна > 10-бальна > > 9-бальна > 7-бальна > 5-бальна > 4-бальна
3	Кількісне оцінювання знань	100-бальна >> 12-бальна ≈ 10-бальна ≈ ≈ 9-бальна ≈ 7-бальна ≈ 5-бальна ≈ 4-бальна
4	Лінгвістична (нечітка) оцінка тих, хто навчається	12-бальна > 10-бальна > 9-бальна > 7-бальна > > 5-бальна > 4-бальна >> 100-бальна

**Примітка:** > – ознака переваги; >> – ознака суттєвої переваги; ≈ – ознака еквівалентності.

Згідно зі змісту табл. 2.1, постає необхідність комплексного застосування якісних бальних шкал разом з абсолютною 100-бальною, єдиною, ще раз підкреслимо, що саме дає змогу здійснювати кількісні виміри знань. Реалізація цієї тези можлива шляхом побудови функцій належності лінгвістичної змінної «РНД» якісних бальних шкал за єдиного аргументу – континууму 100-бальної шкали. Відповідно до результатів досліджень [32; 180; 183–185; 198; 205; 207; 208; 382; 429; 430; 432; 483; 495; 497] у такому випадку забезпечується як ефективне задоволення критеріїв, сформульованих вище, так і перехід з однієї шкали в іншу.

## Висновки до розділу 2

Таким чином, узагальнюючи отримані та розглянуті у розділі 2 нові наукові результати щодо розроблення методологічних засад системно-інформаційної кваліметрії в управлінні НВП, необхідно вказати на такі суттєві положення.

1. Для потреб досліджень НВП адаптовано основні та додаткові принципи системного аналізу, а також критерії цілеспрямованої поведінки систем вироблення рішень.

2. Відповідно до методів системного аналізу та критеріїв цілеспрямованості розроблено структурну модель системно-інформаційної кваліметрії в управлінні НВП, що враховує особливості фізичної сутнос-

ті досліджуваних процесів. Модель відрізняється від відомих моделей управління НВП тим, що акцентує на органічному поєднанні кваліметрії та прийнятті рішень, що пронизують всі етапи управління.

3. Виявлено й описано класифікаційні ознаки проблемних ситуацій, зокрема джерел ризику та невизначеності в НВП. Особливу увагу було звернуто на розгляд невизначеностей, пов'язаних із людським чинником. Сформульовано модель проблемних ситуацій і прийняття рішень, що визначається кортежем, складові якого має бути враховано та виміряно в процесі управління. Застосування наведених результатів дає змогу повно і всебічно досліджувати процеси управління НВП за показниками його системно-інформаційної кваліметрії.

4. Застосування загальної моделі проблемних ситуацій у НВП відкрило перспективи для отримання частинних моделей структуризації початкової інформації, аналізу невизначеності, формування початкової множини стратегій, наслідків операції, мети операції, моделювання переваг, що дає змогу повно та всебічно досліджувати усі його особливості.

5. Здійснено аналіз критеріїв раціонального оцінювання ступеня привабливості заходів з управління та вдосконалення НВП (прийнятності, оптимальності, адаптивності). Встановлено, що лише концепція адаптивності сприяє формуванню цілеспрямованої та гнучкої системи управління у НВП.

6. Сформульовано поняття «системно-інформаційна кваліметрія» – системно організований збір якісно-кількісної інформації про дидактичні показники, що потрібні для прийняття рішень в управлінні НВП.

7. Управління НВП як самостійний об'єкт вивчення та аналізу, розглянуто в контексті теорії якості, що дає змогу застосовувати системно-інформаційну кваліметрію для кількісно-якісної оцінки характеристик об'єктів НВП у процесі прийняття рішень. Таким чином, значно розширюється спектр відповідних характеристик і здійснюється їх всебічне дослідження.

8. Спираючись на дидактичні властивості відомих шкал вимірювання, введено критерії їх порівняльної ефективності. Встановлено, що для потреб ефективного забезпечення системно-інформаційної кваліметрії характеристик об'єктів НВП найбільш прийнятною є абсолютна шкала. Приведення результатів вимірювань в інших шкалах до показників абсолютної шкали потребує застосування спеціальних процедур. Здійснено порівняльний аналіз відомих бальних шкал (4-бальної, 5-бальної, 7-бальної (ECTS), 9-бальної (стенайнів), 10-бальної (стенів), 12-бальної та 100-бальної), що застосовуються для оцінювання РНД.

---

### РОЗДІЛ 3 ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКИХ КВАЛІМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ В УПРАВЛІННІ РОЗВИТКОМ АКАДЕМІЧНОЇ ОБДАРОВАНOSTI

#### 3.1. Дидактичні особливості статистично-імовірнісної моделі кваліметрії знань

Структурна модель системно-інформаційної кваліметрії, яку подано на рис. 2.5, зокрема орієнтується на результати системно-інформаційної кваліметрії та порівняння РНД учнів (студентів) у різних оціночних системах. Це забезпечує управління процесом формування в учнів когнітивної компетенції, рівень якої через відповідну компетентність зазвичай розглядають як головний показник ефективності всіх заходів організації та управління НВП. Теоретичні основи такого роду кваліметрії подано в праці [382], де було здійснено припущення, що бали будь-якої оціночної шкали – суть терми (терміни, назви) лінгвістичної змінної «РНД». Такі шкали формуються за чітко визначеними в нечіткій математиці правилами. Причому, якщо в процесі побудови функцій належності лінгвістичної змінної «РНД» за аргумент узяти абсолютну 100-бальну шкалу, то це надає можливість для обґрунтованих рекомендацій щодо переходу з однієї оціночної шкали в іншу [183; 184; 198; 205; 207; 229; 430]. Однак, у такому разі необхідно врахувати особливості застосування статистично-імовірнісних кваліметричних моделей, чому присвячено цей підрозділ.

У табл. 3.1 зібрано рекомендації щодо застосування бально-рейтингової оцінки знань учнів, які введені в ЗЗСО України, Росії та Казахстану. Ці рекомендації стосуються узгодженості РНД учнів за 100-бальною та 4-бальною шкалами [9; 39; 198; 498]. Для здійснення порівняльного аналізу ефективності зазначених рекомендацій доцільно розробити певні прийнятні критерії, що дали б змогу це зробити на єдиних методологічних позиціях.

Отже, для будь-якої за розмірністю шкали оцінювання введемо критерій співвідношення якісних і кількісних вимірів РНД:

$$\Delta_1 \geq \Delta_2 \geq \dots \geq \Delta_i \geq \dots \Delta_N, \quad (3.1)$$

де  $\Delta_i$  – інтервал 100-бальної шкали, що не пов'язаний з точкою відклику  $i$ -ї оцінки;  $i=1, \dots, N$  – розмірність шкали оцінювання ( $N$  – найкраща оцінка).

Таблиця 3.1

**Варіанти співвідношень оцінок студентів у 100-бальній  
та 4-бальній шкалах**

№	Заклад вищої освіти	Оцінки 4-бальної шкали			
		«2»	«3»	«4»	«5»
1	Донбаський гірничо-металургійний інститут	0–60 / 60	61–70 / 10	71–85 / 15	86–100 / 15
2	Волгоградський державний технічний університет, Російська Федерація	0–60 / 60	61–75 / 15	76–89 / 14	90–100 / 11
3	Житомирський державний університет ім. Івана Франка	0–69 / 69	70–79 / 10	80–89 / 10	90–100 / 11
4	Київський національний економічний університет	0–37 / 37	38–63 / 26	64–80 / 17	81–100 / 20
5	Національний авіаційний університет	0–59 / 59	60–75 / 16	76–89 / 14	90–100 / 11
6	Київський національний технічний університет «КПІ ім. Сікорського»	0–59 / 59	60–74 / 15	75–94 / 20	95–100 / 6
7	Центральноукраїнський національний технічний університет, Міністерство освіти і науки України, Хмельницький національний університет	0–59 / 59	60–74 / 15	75–89 / 15	90–100 / 10
8	Санкт-Петербурзький державний технічний університет «ЛЕТІ», Російська Федерація	0–55 / 55	56–65 / 10	65–80 / 16	80–100 / 21
9	Національний університет «Києво-Могилянська академія»	0–60 / 60	61–75 / 15	76–90 / 15	91–100 / 10
10	Харківський національний університет міського господарства	0–50 / 50	51–70 / 20	71–85 / 15	86–100 / 15
11	Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна	0–50 / 50	51–75 / 25	76–85 / 10	86–100 / 15
12	Освітня система Казахстану	0–49 / 49	50–74 / 25	75–89 / 15	90–100 / 11

**Примітка:** дробом подано в балах діапазон  $A_i = x_{\max} - x_{\min}$  ( $i = \text{«2»}, \text{«3»}, \text{«4»}, \text{«5»}$ ), що виділяється з континууму 100-бальної шкали на кожен оцінку

Стосовно досліджуваного в табл. 3.1 співвідношення оцінок 4-бальної та 100-бальної шкал критерій (3.1) перетвориться на такий:

$$\left. \begin{array}{l} a) \quad \Delta''_2 \geq \Delta''_3 \geq \Delta''_4 \geq \Delta''_5 \\ b) \quad \Delta''_2 > \Delta''_3 > \Delta''_4 > \Delta''_5 \end{array} \right\}, \quad (3.2)$$

де  $A_i$  – інтервал 100-бальної шкали, що відповідає  $i$ -му якісному балу шкали.



Необхідно вказати, що критерій (3.2 б) є більш суворим, ніж (3.2 а), тому що орієнтується виключно на суворі переваги. У будь-якому разі критерії (3.2) визначають, що отримання кращої якісної оцінки вимагає від учня більших навчальних зусиль, оскільки відповідні інтервали кількісної оцінки послідовно звужуються. Також необхідно зауважити, що інтервали 100-бальної шкали, які відповідають оцінкам «2» і «3», мають бути набагато більшими, ніж між оцінками «4» та «5», оскільки в такому разі розмежовуються позитивні та негативні академічні успіхи.

Відповідно до (3.2 а) і табл. 3.1, вкажемо, що найбільш ліберальні вимоги до РНД студентів діяли в Київському національному економічному університеті.

Надмірно лояльні вимоги до відмінних РНД студентів висуває Санкт-Петербурзький державний технічний університет «ЛЕТІ». Ліберальною була нижня межа оцінки «задовільно» у вимогах Харківського національного університету міського господарства, Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна, й освітянській системі Казахстану. Жорсткі вимоги щодо переходу від вимірів РНД студентів у 100-бальній шкалі до оцінок національної шкали сформульовано в рекомендаціях Києво-Могилянської академії. Наближені до них вимоги та рекомендації Національного авіаційного університету та Національного технічного університету «КПІ ім. Сікорського», що значно зменшує випадковість отримання цієї оцінки погано підготовленим студентом.

У табл. 3.1 підтверджено суттєву варіативність відповідності «прохідного» балу 4-бальної шкали інтервалам 100-бальної, яка змінюється в межах:  $x_{\min}^{\text{«3»}} = 38 \div 70$  балів;  $x_{\max}^{\text{«3»}} = 63 \div 79$  балів, що донедавна пояснювали відсутністю єдиної теоретичної та методологічної бази їх вимірювань. Це вимагало проведення відповідних досліджень з усунення такої невизначеності. Однак встановлені на континуумі 100-бальної шкали кількісні інтервали та критерії їх відповідності якісним оцінкам національної 4-бальної шкали оцінювання РНД необхідно вважати раціональними, якщо для них будуть виконуватися умови (3.2 а). Проте більш привабливою є умова (3.2 б), яка передбачає застосування винятково суворих нерівностей.

Із відомостей, поданих у табл. 3.1, зрозуміло також, що умові (3.2 б) відповідають нормативи трьох закладів вищої освіти, які відмічено залівкою у графі 2 зазначеної таблиці.

Досліджувані критерії (3.2) співвідношення оцінок 4-бальної та 100-бальної шкал були прийняті на основі багатого особистого досвіду науково-педагогічної діяльності їх розробників. Вони певним чином враховують міжнародний досвід, однак не враховують суб'єктивність у ставленні до результатів навчання і не є наслідком спеціальних досліджень з кваліметрії РНД, тому не є досконалими.

Згідно з результатами порівняльного аналізу ефективності шкал вимірювання у дидактиці (табл. 2.1), найбільш прийнятною під час використання трьох із чотирьох видів вимірювань РНД студентів є 100-бальна шкала, якій притаманні всі властивості унікальної *абсолютної шкали*.

Важливим є паралельне оцінювання знань у лінгвістичних шкалах, що формує в уяві студента мотиваційні чинники їх сприйняття. Рекомендації закладів вищої освіти країн СНД, що подано в табл. 3.1 та у відповідних дослідженнях, узагальнено в працях [198; 205; 429]. Вони показують принципову можливість застосування 100-бальної шкали як аргументу різних оціночних систем, зокрема 4-бальної, 12-бальної та європейської ECTS.

Розглянемо дидактичне забезпечення традиційних підходів до узгодженості якісних і кількісних оцінок РНД. З праць [198; 200; 314; 348; 409; 427] випливає, що формування 100-бальної шкали необхідно розглядати як розв'язання задачі прийняття рішень із векторним показником ефективності. Нехай таку шкалу вже сформовано. Відповідно до праць [3; 16; 198; 205; 349; 429; 512; 523 та ін.] розглянемо її як основу створення оціночних систем.

Отже, в умовах кредитно-модульної системи організації НВП кожному балу 100-бальної шкали (кількісний вимір) необхідно поставити в однозначну відповідність лінгвістичну характеристику прийнятої якісної шкали оцінювання (бально-рейтингова оцінка). Такого роду відповідність зазвичай встановлюють за допомогою статистичного аналізу результатів навчання та перевірки гіпотези щодо закону їх розподілу. За основу взято нормальний закон розподілу, добре вивчений і найпоширеніший у практиці наукових досліджень [101; 169; 254; 312; 314; 351; 506; 512; 523].

На рис. 3.1 подано приклади застосування нормального закону, які широко цитують у практиці застосування психолого-педагогічних оцінок.

Аналітичні процедури застосування нормального закону розподілу даних тестування для формування оціночних шкал ґрунтуються на добре відомих формулах щільності імовірності (диференціальна функція)  $f(x)$  та інтегральної функції розподілу  $\Phi^*(x)$ :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{X})^2}{2\sigma^2}}, \quad \Phi^*(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{x_{min}}^{100} e^{-\frac{z^2}{2}} \quad (3.3)$$

потрібних для знаходження імовірності попадання випадкової величини (виміряного в 100-бальній шкалі знання)  $x$  на відрізок  $[x_\alpha, x_\beta]$ :

$$P(x_\alpha < x < x_\beta) = \Phi^*\left(\frac{x_\beta - \bar{X}}{\sigma}\right) - \Phi^*\left(\frac{x_\alpha - \bar{X}}{\sigma}\right). \quad (3.4)$$

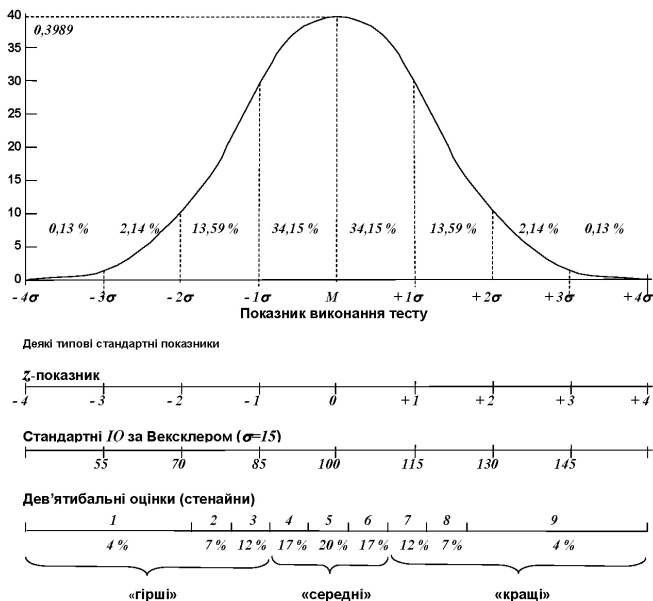


Рис. 3.1. Співвідношення різноманітних типів тестових показників, які зазвичай застосовують за нормального розподілу даних

Відомий вираз (3.4) було застосовано у праці [434] для визначення співвідношення вимірювання знань у 100-бальній шкалі та їх оцінювання у балах певної шкали. Причому у формулах (3.3), (3.4) прийнято такі позначення:

$[x_{\min}, 100]$  – діапазон результатів навчання учнів за 100-бальною шкалою;

$\bar{X}$  – середній результат;

$\sigma$  – середнє квадратичне відхилення;

$z$  – так зване  $z$ -перетворення:  $z = (x - \bar{X}) / \sigma$ .

Оскільки нормальний закон розподілу ґрунтовно вивчено в [82; 104; 312; 314 та ін.], то, розбивши інтервал абсолютної шкали кваліметрії знань  $[x_{\min}, 100]$  на рівні відрізки, кількість яких відповідає розмірності прийнятої якісної шкали, та спираючись на табличні дані [81; 104; 270; 312; 479], нескладно отримати відповідні величини  $\Phi^*$  і  $P$ , що проілюстровано на рис. 3.2 [498].

Далі встановлюють переходи з однієї оціночної шкали в іншу через континуум абсолютної 100-бальної шкали. Попри очевидну простоту, зазначений підхід має певні недоліки:

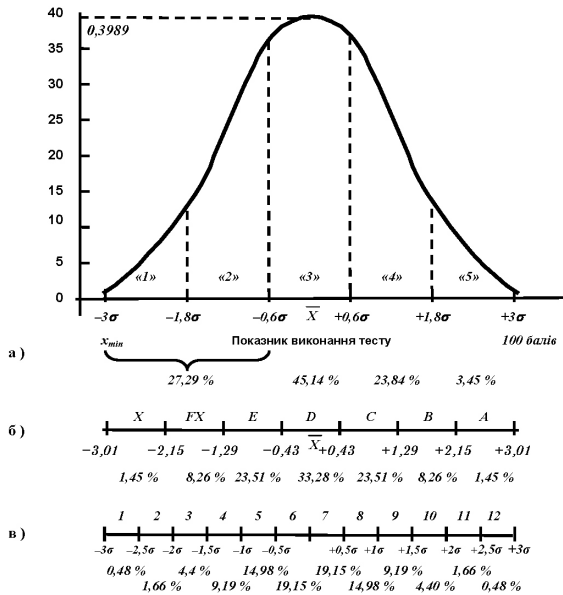


Рис. 3.2. Моделі узгодженості рівнів навчальних досягнень, визначені за нормального розподілу даних тестування

1) в обов'язковому порядку передбачено застосування саме нормального розподілу РНД тих, хто навчається, хоча з досліджень [198; 389; 436; 445] випливає, що результати кваліметрії НВП можуть відповідати іншим законам розподілу, які досить часто відрізняються від нормального;

2) за умов відсутності стандартного тестового інструментарію виміри РНД тих, хто навчається, відбуваються в різних ЗЗСО з різною ефективністю, тобто за допомогою тестів, які мають різні показники надійності та валідності. Проте результати такого тестування можуть поєднуватися в загальну вибірку для подальшого статистичного опрацювання, що провокує певну невизначеність і навіть недостовірність відповідних висновків;

3) відсутність рекомендацій із урахуванням складності тестових завдань, з одного боку, сприяє здійсненню неадекватних вимірів РНД учнів, а з іншого – може суттєво вплинути на форму кривої розподілу результатів тестування певний бік. Рисунок 3.3 ілюструє: а) гармонійне поєднання складних і простих завдань; б) акцент на складні завдання; в) акцент на прості завдання;

4) вибірки учнів формуються довільно, спеціальне вирівнювання групових інтегрованих показників інтелектуальної діяльності не відбувається, саме тому природно, що вони неадекватні за характеристиками когнітивних

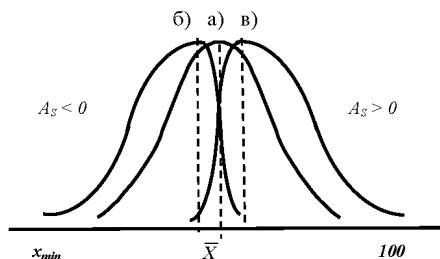


Рис. 3.3. Гіпотетичний вплив на форму кривої розподілу результатів випробувань складності навчальних завдань

здібностей учнів. Тому природно, що результати навчання в «сильніших» групах будуть кращі (асиметрія буде позитивною:  $As > 0$ ), а в «слабших» групах – гірше, що також впливатиме на симетричність кривої розподілу ( $As < 0$ );

5) характеристики академічних здібностей тих, хто навчається, є функціями часу, тому для уточнення оціночних інтервалів необхідно регулярно проводити контрольні заміри знань учнів і перманентно вдосконалювати тести, що практично, не відбувається;

6) зазвичай оціночні шкали будують симетрично за відомим принципом взаємного доповнення та компенсації, що передбачає збалансованість позитивних і негативних результатів навчання (рис. 3.2 а). Наприклад, якщо виявлено певні «негативні» результати навчання, то їх обов'язково має нівелювати наявність «позитивних» результатів. Вади орієнтації на нормальний закон розподілу детально розглянуто на прикладі вияву розподілу недисциплінованості тих, хто навчається [198; 389; 436]. Відповідно до наведеного, унеможливиться виконання критерію (3.2);

7) не враховується ставлення педагогічних працівників до остаточних результатів навчальних випробувань.

Отже, з огляду на аналіз статистично-імовірнісного підходу до формування оціночних шкал, впливає його певна недосконалість. На нашу думку, її усунення полягає в застосуванні у процесах кваліметрії РНД методів нечіткої математики.

### 3.2. Розробка теоретично-методичного забезпечення кваліметрії рівнів навчальних досягнень

Відповідно до детального дослідження класифікаційних ознак і джерел невизначеності у НВП (підрозділ 2.3), необхідно здійснити формальний опис невизначеності процедур кваліметрії РНД тих, хто навчається [162; 190; 197; 198; 204; 314; 336; 516; 524].

Нехай для певної навчальної дисципліни встановлено тезаурус  $X_G$ . Тезаурус утворюють шляхом об'єднання думок провідних експертів у певній галузі знань (рис. 3.4).

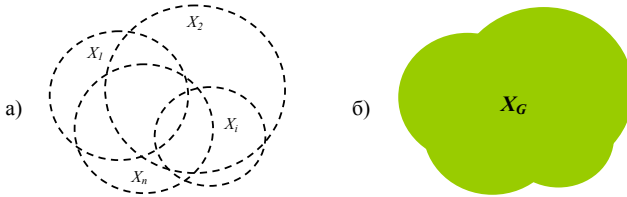


Рис. 3.4. Ілюстрація підходу до формування тезаурусу знань

З метою здійснення такого поєднання необхідно застосувати логічну операцію диз'юнкції [281; 286; 494]:

$$X_G = X_1 \cup X_2 \cup \dots \cup X_i \cup \dots \cup X_n = \bigcup_{i=1}^n X_i, \quad (3.5)$$

де  $X_i$  – обсяг знань  $i$ -го експерта ( $i=1, 2, \dots, n$ );

$\bigcup$  – позначка процедури об'єднання знань;

$n$  – кількість експертів, залучених до формування тезаурусу.

За умов застосування виразу (3.5) для формування тезаурусу знань йдеться про операцію логічного складання, максимально наближену до так званого логічного сполучення «АБО», під яким у контексті досліджень об'єднання знань розумітимемо:

- або знання одного експерта;
- або знання іншого експерта;
- або знання одразу обох експертів;
- або...

Із наведеного випливає можливість отримання загального абрису фігури на рис. 3.2 б, що ілюструє урахування знань усіх експертів для формування тезаурусу з певної навчальної дисципліни. Таким чином, вираз (3.5) у контексті наших досліджень об'єднання знань окремих експертів у тезаурус будемо розуміти як «знання одного експерта + знання іншого + ...».

Варто зауважити, що знання кожного з експертів із причин об'єктивного чи суб'єктивного характеру може мати унікальний характер (рис. 3.4 а), тому лише результат творчого поєднання цих знань (рис. 3.4 б) матиме системну властивість емерджентності [314; 348; 409], яка не притаманна окремим знанням кожного з них (рис. 3.4 а).

Загалом будь-який тест, навіть належно валідний і надійний з очевидних обставин об'єктивного і суб'єктивного характеру, охоплює обсяг знань із певної навчальної дисципліни  $X_T$ , що менше її тезаурусу:

$$X_T \leq X_G, \quad (3.6)$$

Необхідно врахувати неможливість формалізації певних завдань, навіть в умовах запровадження в практику сучасного комп'ютерного тестування [26; 95], а також «провокацію» перевтомлення респондентів зайвою «довжиною» тесту [39; 40] тощо. В подальших міркуваннях будемо вважати, що певний тест має високі показники надійності та зовнішньої валідності. У такому разі йдеться про близькість досліджуваних множин  $X_T$  і  $X_G$ :

$$X_T \approx X_G. \quad (3.7)$$

Якщо за допомогою тесту виміряли певний обсяг знань  $X_C$  учня, що відрізняється від бажаного  $X_T$ , то між ними визначають різницю:

$$\Delta X = X_C - X_T. \quad (3.8)$$

Тоді умову достатньої близькості знань  $X_C$  учня до величини  $X_T$  можна записати як критерій:

$$\Delta X = (X_T - X_C) \leq \varepsilon_x, \quad (3.9)$$

де  $\varepsilon_x$  – критерій успішності навчання, прийнятна величина відмінностей у знаннях, яка відповідає «прохідному» РНД.

Зауважимо, що показник  $\varepsilon_x$  є важливим для встановлення так званих прохідних балів у різних оціночних системах [200].

Величина  $\varepsilon_x$  тривіально нормується

$$\varepsilon_x = \frac{X_T - X_C}{X_T} \cdot 100. \quad (3.10)$$

Унаслідок реалізації формули (3.10) отримують 100-бальну шкалу вимірювання знань. Тоді завдання педагогічного працівника як досвідченого «вимірювача знань» полягає в співвіднесенні встановленого рівня академічної успішності учня  $X_C$  з концептуальним уявленням про обсяг тезаурусу знань  $X_T$ . Після цього приймають рішення щодо встановлення виявленої розбіжності  $\Delta X$  певному балу прийнятої шкали оцінювання.

Отже, завдання кваліметрії знань у контексті системного аналізу можна розглядати як задачу прийняття рішень, що охоплює складні проблеми: визначення бажаного кінцевого результату навчання, формування та реалізації заходів щодо вдосконалення НВП, продовження чи припинення навчання за умови досягнення учнем «прохідного» або більш високого РНД.

Прийняття рішення відбувається в процесі оцінювання педагогічним працівником РНД учня та формулюється так. Нехай маємо сформовану належним чином множину знань  $X_T$  з певної навчальної дисципліни та множину альтернатив  $\bar{R}$  – балів прийнятої шкали оцінювання, які застосовують під час оцінювання знань, а також  $X_C$  – результат кваліметрії

знань учня. Завдання педагогічного працівника полягає у встановленні адекватної для його уявлення бально-рейтингової відповідності для отриманого результату вимірювання знань.

Реалізація кожної альтернативи призводить до певних наслідків, аналіз та оцінювання яких здійснюють за набором показників ефективності (критеріїв). Модель вибору будують з урахуванням досвіду навчально-виховної діяльності педагогічного працівника, який формує відповідну систему переваг. Унаслідок наведеного задача прийняття рішення з оцінювання РНД з урахуванням рекомендацій праці [63] може бути уявлена таким кортежем:

$$\langle \tilde{R}, E, S; P \rangle, \quad (3.11)$$

де  $E$  – навчальне середовище задачі прийняття рішення;

$S$  – система переваг людини, яка приймає рішення.

На множині альтернатив (шкалі сукупності оцінок  $\tilde{R}$ ) необхідно виконати дію  $P$ , а саме: знайти кращу оцінку, відокремити множину не домінуючих альтернатив, лінійно впорядкувати множину допустимих альтернатив тощо.

Система переваг учасника НВП під час прийняття рішення є складним утворенням відповідних складових, які мають відношення переваг і визначаються емпіричною системою з відношеннями (*підрозділ 3.2*).

Структуроване подання системи переваг називають *структурою переваг*, яка визначає процедуру порівняння оцінок  $K(x)$ , а вирішальне правило чи алгоритм – це принцип вибору елементів із множини  $\tilde{R}$  на основі результатів порівняння відповідно до дії  $P$  [314].

Таким чином, оброблення інформації в задачах прийняття рішень з системно-інформаційної кваліметрії знань необхідно здійснювати шляхом застосування лінгвістичного підходу та нечітких шкал [49; 148; 314; 336; 361; 429]. У такому разі в ролі кваліметричних оцінок значень дидактичних змінних застосовують числа, слова і речення звичайної мови, а апаратом їх формалізації є теорія нечітких множин. Розглянемо особливості лінгвістичного підходу, що дають змогу формалізувати нечіткі (вербальні, експліцитні) описи елементів процесів кваліметрії знань і використовувати їх з метою вибору оцінок-альтернатив. Цей підхід надає можливість [63]:

1) враховувати здатність учасника НВП експлікувати для опису проблемних ситуацій у НВП суб'єктивні уявлення щодо характеру вимірювань дидактичних об'єктів чи змісту певної навчальної дисципліни, якщо йдеться про кваліметрію РНД;

2) вищезазначені уявлення є нечіткими, розпливчастими (fuzzy), лінгвістичними, що відповідають природі людського мислення, тому для їх формалізації можна застосовувати методи нечіткої математики, зокрема нечіткі поняття та відношення;



3) застосовувати апарат нечіткої математики для оперування формалізованими дидактичними об'єктами;

4) подавати результати рішень у вигляді нечітких описів і відношень процедур кваліметрії знань, а також у вигляді чітких рекомендацій за прикладом теорії ігор [178; 413; 421], де рекомендації отримують як оптимальні змішані чи узгоджені з ними «чисті» стратегії.

За кваліметрії РНД формалізація нечітких понять і відношень забезпечується згідно з рекомендаціями праць [63; 148] за допомогою введення: *по-перше*, нечіткої (лінгвістичної) змінної; *по-друге*, нечіткої множини; *по-третє*, нечіткого відношення.

Потрібно зазначити, що введення лінгвістичної змінної та відповідної їй нечіткої множини забезпечують перехід від вербальних описів елементів задачі прийняття рішень до формально-числових, тоді як нечітке відношення сприяє розробленню засобів числового уявлення нечітких понять і відношень.

Необхідно звернути увагу на принципovu методологічну різницю між вимірюванням та оцінюванням знань, адже РНД можна кількісно виміряти за допомогою тесту, перевірши відповідний результат у 100-бальну шкалу. Також можна надати РНД якісну оцінку за допомогою прийнятої бальної шкали.

Експліцитна, якісна, лінгвістична характеристика-диференціація РНД є важливою, оскільки її сприймають усі учасники НВП, а також вона відповідає їх концептуальним уявленням щодо його результатів і має мотиваційний зміст. Отже, йдеться про необхідність змішаної кількісно-якісної кваліметрії РНД, коли вимірювання обсягу та рейтингової оцінки знань відбувається на континуумі абсолютної 100-бальної шкали, а відповідну цьому обсягу якісну оцінку задають за визначеними правилами на континуумі будь-якої якісної бальної (не абсолютної) шкали оцінювання знань.

Нечіткий підхід є зручним для уявлення кожного балу будь-якої оціночної системи як терму-складової терм-множини (множини термінів, назв) узагальненої лінгвістичної змінної «РНД». Цей підхід потрібно застосовувати під час прийняття рішення щодо кількісно-якісної кваліметрії знань, однак кінцевими є не кількісні, а якісні характеристики [431; 463]. Прикладами таких змінних у НВП є:

– *академічна успішність* – надзвичайно висока, ..., звичайна, ..., низька, ..., надзвичайно погана, ...;

– *характер знань* – початковий (перцептивно-продуктивний), середній (репродуктивний), достатній (конструктивно-варіативний), високий (творчий);

– *ефективність методики навчання* – висока, середня, низька тощо.

Лінгвістичні змінні виражають зміст опису явищ і процесів, які застосовують під час спілкування людей. Наприклад, у процесі випробування учня педагогічний працівник здійснює кількісне вимірювання знань і приймає рішення щодо його якісного оцінювання.

Необхідно звернути увагу на те, що *значення лінгвістичної змінної* [314; 516]:

1) *проблемо зорієнтовані* – залежать від ситуації (наприклад, лінгвістичній змінній «розумний» відповідають за різними критеріями і першокласник, і студент-відмінник, і досвідчений учитель);

2) *професійно зорієнтовані* – наприклад, по-різному можуть оцінюватися знання диференціально-інтегрального обчислення в учня ЗЗСО і студента фізично-математичного факультету університету;

3) мають *ситуаційні особливості*. Поняття «далеко – близько», «швидко – повільно» по-різному стосуються руху велосипеда, машини, що попливає вулицю, а також пожежного автомобіля, коли вони рухаються назустріч. Наприклад, у НВП, лінгвістичною характеристикою «швидко – повільно» часто визначають оперативність розв'язання навчального завдання учнями;

4) є *індивідуальними* для кожної особистості-учасника НВП під час оцінки творів мистецтва, поведінки оточуючих, РНД тощо.

За визначенням одного із фундаторів теорії лінгвістичної змінної та нечітких множин Л. Заде, лінгвістична змінна  $\tilde{R}$  має відповідну *структуру*, що формується таким кортежем [148; 554; 555]:

$$\langle \tilde{R}, T^M(\tilde{R}), X, G, M \rangle, \quad (3.12)$$

де  $T^M(\tilde{R})$  – терм-множина лінгвістичної змінної, визначеної на континуумі знань  $X$  (рис. 1.6);

$G$  – синтаксичне правило (формальна граматики) створення нових значень лінгвістичної змінної, завдяки чому утворюються її нові назви  $\tilde{R}_i \in \tilde{R}$  (елементи терм-множини породжуються безконтекстною граматикою);

$M$  – семантичне правило перетворення кожного нового значення лінгвістичної змінної, що створюється процедурою  $G$ , на нечітку змінну, тобто приписування їй певної семантики через формування відповідної нечіткої терм-множини.

Назва окремої оцінки  $\tilde{R}_i$  множини  $\tilde{R}$  формується вищезазначеним синтаксичним правилом  $G$  і називається *термом*. Стосовно кваліметрії РНД необхідно зауважити таке:

– *по-перше*, знання  $X$  учнів вимірюють у абсолютній 100-бальній шкалі, якій, з точки зору теорії вимірювань, притаманні певні унікальні властивості (*підрозділ 2.6*);

– *по-друге*, МОН України рекомендує розглядати чотири РНД у процесах кваліметрії навчальних (когнітивних) компетенцій.

Таким чином, вираз (3.12) перетвориться на такий:

$$\langle \text{РНД}, T^M(\text{РНД}), \overline{0, 100}, G, M \rangle, \quad (3.13)$$

де  $T^M(\text{РНД})$  – терм-множина лінгвістичної змінної «РНД», функції належності яких є кваліметричною моделлю знань (рис 1.6).

Окрім первинних термів, лінгвістична змінна може мати такі зв'язки, як «і», «або», ..., «ні» тощо; антитезу «не»; такі невизначеності, як *дуже*, *більш-менш*, *абсолютно*, *зовсім*, *безумовно*, *надзвичайно*, *до певної міри* тощо, що видозмінюють первинні та незалежні від контексту терми [63; 64; 148; 269; 238; 516 ін.].

Вищенаведені правила реалізуються у процесі формування терм-множин за допомогою *кваліфікаторів*, *модифікаторів*, *квантифікаторів* [407; 431; 516].

*Кваліфікатори* – це нечіткі категорії, що характеризують ознаку предмета чи людини (обізнаний, стараний, високо автоматизований). Вони бувають *описові* ( $K^O$ ), *змістовні* ( $K^3$ ) та *функціональні* ( $K^Ф$ ).

*Описові кваліфікатори*  $K^O$  – це кваліфікатори, які мають розмірну шкалу (фізичні, демографічні, економічні поняття), тобто «довгий», «старий», «дешевий», або не мають розмірної шкали (кольорові, тактильні, нюхові, слухові, смакові відчуття), тобто «гарячий», «голосний», «солоний».

*Змістовні кваліфікатори*  $K^3$  – це кваліфікатори, пов'язані як з предметами («гарна відповідь»), так і з людьми або антропоморфізованими істотами («хороший учень»).

*Функціональні кваліфікатори*  $K^Ф$  пов'язані з прагматичною характеристикою предмета чи об'єкта НВП як цілого («автоматизована система контролю знань», «складна навчальна дисципліна», «складність навчального завдання») або з прагматичною характеристикою особистості як цілого (професійно вмілий, досвідчений). Застосування функціонального кваліфікатора відбувається за допомогою множини ознак одного класу та множини ознак, що належать до різних підкласів. Наприклад, можливо є транспозиція ознак підкласів «особистість» у підкласи «предмет» і навпаки [198; 314; 407; 431; 463; 516].

*Модифікатори* – це нечіткі категорії, що уточнюють значення кваліфікатора та виконують такі функції [63; 64; 148; 238; 314; 516 ін.]:

1) *локалізують* – уточнюють значення окремої ознаки («дуже», «приблизно», «майже», «на вищому ступені», «зневажливо мало»);

2) *порівнюють* – уточнюють значення ознаки, яку розглядають щодо іншого предмета чи стану певної ознаки («більш привабливий», «менш обізнаний», «розв'язує завдання швидше», «адекватний»).

Модифікатори можна порівнювати з кваліфікаторами і квантифікаторами. Якщо є необхідність нечіткого (розпливчастого) опису кількості предметів або повторюваності певних подій, то застосовують такі нечіткі категорії, як *квантифікатори*. Наприклад, «завжди (отримував позитивні оцінки)», «часто (брав участь у шкільних олімпіадах)», «швидко (знаходив правильну відповідь)», «сильно (мотивований на навчання)», «багато», «декілька кроків», «мало/багато успішних учнів», «часте явище») [63; 64; 148; 238; 516].

З огляду на педагогічний досвід формування термів (якісних назв) оцінок найуживаніших бальних шкал [140; 347; 349 та ін.] та згідно з методологією нечіткої математики, було обґрунтовано кваліфікатори, квантифікатори та модифікатори, потрібні для побудови терм-множини лінгвістичної змінної «РНД» відомих шкал оцінювання знань (табл. 3.2). Це дає змогу здійснити їх порівняльний лінгвістичний аналіз.

Таблиця 3.2

### Лінгвістичні характеристики оцінок найуживаніших бальних шкал

Бал / терм	Лінгвістичний зміст оцінок шкали					
	4-бальної	5-бальної	7-бальної	9-бальної	10-бальної	12-бальної
1	2	3	4	5	6	7
1 / $\bar{R}_1$	–	Неприйнятно	Неприйнятно	Неприйнятно	Неприйнятно	Неприйнятно
2 / $\bar{R}_2$	Неприйнятно	Погано	Погано	Дуже погано	Дуже погано	Дуже погано
3 / $\bar{R}_3$	Задовільно	Задовільно	Недостатньо задовільно	Погано	Погано	Погано
4 / $\bar{R}_4$	Добре	Добре	Задовільно	Недостатньо задовільно	Недостатньо задовільно	Недостатньо задовільно
5 / $\bar{R}_5$	Відмінно	Відмінно	Добре	Задовільно	Задовільно	Задовільно
6 / $\bar{R}_6$	–	–	Дуже добре	Цілком задовільно	Цілком задовільно	Цілком задовільно
7 / $\bar{R}_7$	–	–	Відмінно	Добре	Добре	Недостатньо добре
8 / $\bar{R}_8$	–	–	–	Дуже добре	Дуже добре	Добре
9 / $\bar{R}_9$	–	–	–	Відмінно	Майже відмінно	Дуже добре
10 / $\bar{R}_{10}$	–	–	–	–	Відмінно	Недостатньо відмінно
11 / $\bar{R}_{11}$	–	–	–	–	–	Майже відмінно
12 / $\bar{R}_{12}$	–	–	–	–	–	Відмінно

Процедуру формування терм-множини лінгвістичної змінної «РНД» вивчено і викладено у працях [198; 314; 431; 463 та ін.].

Необхідно зауважити, що будь-який терм як якісна (нечітка) назва оцінки бальної шкали завжди можна створити з сусіднього атомарного терму за допомогою модифікатора «дуже», чому відповідають спеціальні нечіткі операції:

– концентрації:

$$\mu_{\tilde{R}_i}(\text{дуже добрий}) = \mu_{\tilde{R}_i}^2(\text{добрий}); \quad (3.14)$$

– розтягання:

$$\mu_{\tilde{R}_i}(\text{дуже поганий}) = \mu_{\tilde{R}_i}^{0,5}(\text{поганий}). \quad (3.15)$$

Таким чином, шкали оцінки знань є впорядкованими множинами нечітких підмножин (балів-рангів), де бажаність оцінок визначає їх тривіальне ранжування, що ілюструються вирази (1.20) – (1.22).

Кожному якісному терму (балу) шкали оцінювання має відповідати функція належності, яка змінюється в інтервалі  $[0, 1]$  і вказує ступінь впевненості у зарахуванні кількісно вимірюваного обсягу знань до певної лінгвістичної оцінки.

### 3.3. Обґрунтування методів, технологій і процедур створення оціночних систем для навчально-виховного процесу

Ступінь належності знання  $x$ , вимірюваного у 100-бальній шкалі, певній якісній оцінці визначає величина функції належності (рис. 1.6) як моделі будь-якої оціночної системи.

Розглянемо нечітку підмножину  $\tilde{R}$  (якісні оцінки знань) універсальної множини  $X$ , що утворюється з формально невизначеної кількості елементів  $x$ .

Спеціальні формальні ознаки, за якими кількісно виміряне знання  $x$  включають у нечітку підмножину  $\tilde{R}$ , дають змогу розпізнати та відокремити елементи знань, що їй належать. Деякі елементи можна вважати такими, які належать/не належать до окремого терму (окремої назви)  $\tilde{R}_i$ , що відповідає  $i$ -му балу прийнятої якісної шкали оцінювання. Рис. 1.6 ілюструє, що те саме знання  $x$  може водночас належати суміжним, близьким, але різним РНД. Отже, відповідно до чинних у нечіткій математиці правил, нечітка підмножина  $\tilde{R}$  характеризується такими впорядкованими парами:

$$\{x / \mu_{\tilde{R}}(x)\}, \quad \forall x \in X, \quad (3.16)$$

де  $\mu_{\tilde{R}}(x)$  – функція належності знання  $x$  до нечіткої підмножини  $\tilde{R}$ , що утворюється об'єднанням якісних оцінок РНД.

Функції належності змінюються у межах  $0 \leq \mu_{\tilde{R}}(x) \leq 1$ . Якщо функція належності приймає значення  $\mu_{\tilde{R}}(x) = 0$ , то з абсолютною впевненістю можна стверджувати, що знання  $x$  не належить підмножині  $\tilde{R}$ ; якщо  $\mu_{\tilde{R}}(x) = 1$ , навпаки, знання  $x$  належить до неї.

Підмножина  $\tilde{R}$  є чіткою ( $R \rightarrow X$ ) за умов, що функція належності  $\mu_{\tilde{R}}(x)$  набуває значення 0 або 1. Якщо під час кваліметрії РНД чіткі дихотомічні твердження «належить/не належить» не застосовують, то переходять до більш нечітких лінгвістичних оцінок, за допомогою яких розглядають більш розпливчасті поняття «скоріше належить/не належить».

Для здійснення аналізу функцій належності Л. Заде ввів проміжне значення функції належності  $\mu_{\tilde{R}}(x) = 0,5$  і назвав його *точкою переходу* [165]. У разі, якщо емпіричне значення функції належності більше за цю точку переходу ( $\mu_{\tilde{R}}(x) > 0,5$ ), то можна вважати, що знання  $x$  *скоріше належить* до певного терму лінгвістичної змінної, і *скоріше не належить* до нього за умов, якщо  $\mu_{\tilde{R}}(x) \leq 0,5$ . Таким чином, дослідження точок перетину функцій належності лінгвістичної змінної «РНД» і відповідних інтервалів між ними є важливим науково-практичним завданням.

Головні методи побудови функцій належності лінгвістичної змінної розглянуто в працях [36; 48; 64; 198; 255 та ін.]. Розвиваючи ці методи, автори праць [314, 326] припускають, що кожний з експертів є фахівцем високого рівня, який обізнаний на предметній сфері досліджень, здатен графічно чи аналітично задати функцію належності, що може бути реалізовано за двома підходами.

1. Зі спектра відомих функцій належності експерт обирає найпридатнішу та визначає її характерні точки або параметри. У працях [238; 314] запропоновано спеціальний набір із 28-ми типових і найбільш поширених функцій належності, які застосовують на практиці. За їх допомогою можна побудувати нечіткі відношення  $\tilde{R}$ , тобто замінити значення  $x$  одномірної функції належності відстанню між елементами упорядкованих пар, що подається в певній прийнятій і задалегідь визначеній метриці. Зазвичай використовують метрику типу

$$\aleph = |x_1 - x_2|^2, \quad (3.17)$$

або

$$\aleph_r = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}, \quad (3.18)$$

де  $x_1, x_2$  – характеристики елементів  $a_1, a_2$ .

2. Експерт-учасник НВП зображує функції належності в певному масштабі або задає її аналітичний вираз. У процесі проведення групової експертизи відбувається узагальнення індивідуальних думок і реалізуються процедури розв'язання так званої однокрокової задачі прийняття рішень

з векторним показником ефективності. Вищенаведене вимагає агрегування індивідуальних функцій належності за спеціально визначеним правилом. Саме так визначають усереднений тип і параметри функцій належності.

У будь-якому разі необхідно задатися метрикою і критерієм погожденості індивідуальних суджень експертів, залучених до досліджень. Відповідні методи розглянуто, адаптовано й апробовано в педагогічних дослідженнях [48; 136; 198; 264; 306; 451 та ін.], де також визначено, що в якості метрики можна використовувати суми модулів або квадратів відхилень індивідуальних функцій належності від шуканої (бажаної, ідеальної). Тоді в ролі критерію оптимальності використовують мінімум однієї із зазначених сум. Отже, розглянуту задачу формально зводять до задачі математичного програмування [238; 314]:

$$\mu(x) : \min_{\mu(x) \in \bar{\mu}(x)} \sum_{i=1}^n \mathfrak{K}[\mu(x), \mu_i(x)], \quad (3.19)$$

де  $\mathfrak{K}$  – метрика вигляду (3.17) або (3.18);

$\{\bar{\mu}(x)\}$  – сімейство типів функцій належності;

$N$  – кількість експертів.

Для зручності здійснення аналізу прагнуть отримати такі функції належності  $\mu_{\bar{r}}(x)$ , що мають один максимум і гладкі спадаючі фронти. Тому за спеціально розробленою методикою необхідно зібрати й обробити експериментальну експертну інформацію так, щоб максимально зменшити перекручування, що можуть бути внесені експериментом. Як підтверджує досвід, для цього зручно застосовувати так звану «матрицю підказок» [64; 198; 373; 398; 452; 496]. Розглянемо процедуру її застосування, спираючись на названі наукові джерела.

Отже, за результатами опитування досвідчених експертів формується таблиця початкових «сирих» даних  $B = \|b_{ij}\|$ , приклад якої ілюструє табл. 3.3, де  $b_{ij}$  – частота (кількість) повторень думок експертів щодо віднесення знання  $x$  з визначеного  $j$ -го інтервалу до певного  $i$ -го терму (якісної оцінки) шкали. Після цього з неї видаляють помилкові елементи. Одним із критеріїв видалення є наявність декількох нулів у ряду навколо цього елемента [64].

Для отримання гладких функцій належності необхідно використати «матрицю підказок», елементи якої обчислюють так:

$$k_j = \sum_{i=1}^n b_{ij}; \quad j = \overline{1, m}, \quad (3.20)$$

де  $n$  – розмірність бальної (лінгвістичної) шкали оцінювання знань;  
 $m$  – кількість інтервалів абсолютної 100-бальної шкали, для яких обчислюють значення функцій належності.

**Побудова таблиці початкових даних експертного опитування  
для застосування «матриці підказок»**

Оцінки, $\tilde{R}_i$	Обсяг навчальних досягнень, визначений за 100-бальною шкалою						
	$0 < x_1$	$< x_2 <$	...	$< x_j <$	...	$< x_{m-1} <$	$x_m < 100$
1	2	3	...	$j+1$	...	$m$	$m+1$
$\tilde{R}_1$	$b_{11}$	$b_{12}$	...	$b_{1j}$	...	$b_{1m-1}$	$b_{1m}$
$\tilde{R}_2$	$b_{21}$	$b_{22}$	...	$b_{2j}$	...	$b_{2m-1}$	$b_{2m}$
⋮	⋮	⋮	...		...	⋮	⋮
$\tilde{R}_i$	$b_{i1}$	$b_{i2}$	...	$b_{ij}$	...	$b_{im-1}$	$b_{im}$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮
$\tilde{R}_n$	$b_{n1}$	$b_{n2}$	...	$b_{nj}$	...	$b_{nm-1}$	$b_{nm}$
$K$	$k_1$	$k_2$	...	$k_j$	...	$k_{m-1}$	$k_m$

Згідно з формулою (3.20), «матриця підказок»  $K$  є рядком:

$$K = \left\| k_1, k_2, \dots, k_j, \dots, k_m \right\|. \quad (3.21)$$

Для здійснення подальших перетворень експериментальних даних з «матриці підказок» обирають максимальний елемент

$$k_{max} = \max_j k_j \quad (3.22)$$

і всі елементи  $b_{ij}$  перетворюють за формулою

$$c_{ij} = \frac{b_{ij} \cdot k_{max}}{k_j}. \quad (3.23)$$

Таким чином, формують елементи нової матриці  $C = \left\| c_{ij} \right\|$ .

Якщо  $b_{ij} = 0$ , а сусідні елементи  $b_{ij-1} \neq 0$  і  $b_{ij+1} \neq 0$ , то значення відповідного елемента  $c_{ij}$  обчислюють так:

$$c_{ij} = \frac{c_{ij-1} + c_{ij+1}}{2}. \quad (3.24)$$

Отже, відповідно до виразів (3.20)–(3.24), обчислюють елементи нової матриці  $C = \left\| c_{ij} \right\|$ .

З метою побудови функцій належності  $\mu_{\tilde{T}}(x)$  виявляють максимальні елементи за рядками матриці  $C$ :

$$C_{i max} = \max_i C_{ij}, \quad i = \overline{1, n} \quad (3.25)$$



і обчислюють значення функцій належності для всіх встановлених інтервалів 100-бальної шкали:

$$\mu_{ij}(x) = \frac{C_{ij}}{C_{max}}. \quad (3.26)$$

Відповідно до здобутих величин  $\mu_{ij}(x)$ , будують та аналізують функції належності  $\mu_i$  кожного терму прийнятої шкали оцінювання знань.

Вибір «матриці підказок» для побудови функцій належності вимагає проведення належного експерименту для збору адекватної надійної експертної інформації. Тому необхідно акцентувати на пропозиціях, поданих у працях [198; 314; 429; 431; 497], що найкраще відповідають меті дослідження.

Отже, ми порушуємо питання якісного оцінювання кількісно вимірюваного знання  $x$  як аргументу функції належності  $\mu_{\tilde{R}}(x)$ .

У процесі досліджень необхідно дотримуватися таких етапів побудови нечітких кваліметричних моделей:

- 1) обґрунтувати та визначити метод отримання інформації;
- 2) розробити бланки експертного опитування, що будуть зрозумілі респондентам;
- 3) підібрати групу експертів, обізнану щодо предметної сфери досліджень;
- 4) отримати інформацію від експертів;
- 5) статистично обробити отримані експериментальні дані, побудувати функції належності та проаналізувати їх.

З урахуванням значного обсягу «вхідної інформації», а також того факту, що відхилення фактичного значення РНД у бік збільшення/зменшення може мати для кожного експерта різну вагомість і прийнятність з точки зору забезпечення бажаного кінцевого результату навчання, обираємо метод отримання експертної інформації у вигляді «точки на заданій шкалі параметра» [314].

Пропозиції щодо застосування 100-бальної шкали як аргументу функцій належності лінгвістичної змінної «РНД», ґрунтуються на відомій «10-сантиметровій лінійці» – шкалі Купера–Харпера. Цю шкалу з 1957 р. успішно застосовують для приведення у відповідність кількісних значень динамічних характеристик літака (чи тренажера) з якісними оцінками льотчиків [127; 533]. Її застосування для потреб дидактики вперше було запропоновано у працях [382; 470].

Е процесі досліджень експерти мають проставити на шкалі Купера–Харпера, яку імітує зазначений 100-міліметровий відрізок кількісного вимірювання знань у 100-бальній шкалі, відмітки, що відповідають певним якісним балам у відповідній шкалі оцінювання РНД, що ілюструє

рис. 3.5, де варіант а) показує збір експертної інформації за 4-бальною шкалою; б) – за шкалою ECTS.



Рис. 3.5. Приклади застосування шкали Купера–Харпера для збирання експертної інформації, потрібної для побудови функцій належності лінгвістичної змінної «РНД» різних оціночних систем

Ефективність наведеного на рис. 3.5 підходу до отримання експертної інформації під час досліджень у дидактиці переконливо доведено в працях [198; 430; 495 та ін.]. Критерії переходу від об'єктивного вимірювання знань у 100-бальній шкалі до якісної оцінки РНД отримують за допомогою аналізу відповідних функцій належності. Таким чином, від чіткості та досконалості методів збору експертної інформації залежить загальна ефективність результатів досліджень. Збір інформації, потрібної для побудови функцій належності, необхідно здійснювати таким способом, що вперше запропонували в праці [429].

Кожний експерт вказує на 100-міліметровому відрізку, що є аналогом континууму 100-бальної шкали (рис. 3.5 а), чотири РНД: початковий (H), середній (C), достатній (D), високий (B). Експерти мають спеціально акцентувати на виявленні загальної тенденції, що найбільш притаманна людському мисленню, а не на визначенні «конкретного» обсягу знань. За таких умов збору експертної інформації йдеться не про методологічну, а лише про можливість похибки технічних «вимірів», що дорівнює одному балові.

За умов комплектування репрезентативної експертної групи за допомогою вищезрозглянутої «матриці підказок» будують статистично-вірогідні функції належності лінгвістичної змінної «РНД». Гіпотетичні функції такого роду для 12-бальної шкали вперше було запропоновано в праці [382].

Аналіз функцій належності як нечітких моделей системно-інформаційної кваліметрії та порівняння РНД учнів у різних оціночних системах, необхідно проводити, орієнтуючись на точки перетину функцій належності сусідніх термів, ураховуючи особливості аналізу точки переходу, а також застосовуючи відповідні квантилі.

*Квантиль* – це точка на числовій шкалі знань, що розподіляє весь комплекс спостережень на дві групи з відомими пропорціями в кожній із них [16; 81; 104; 479]. Відповідно до практики психолого-педагогічних

досліджень, під час подальшого аналізу емпіричних функцій належності будемо розглядати 3 квартилі ( $Q_1, Q_2, Q_3$ ), 9 децилів ( $D_1, D_2, \dots, D_9$ ) та 99 процентилів ( $P_1, P_2, \dots, P_{99}$ ).

Якщо завдання експерта буде полягати в необхідності вказати на 100-міліметровій лінійці 7 рівнів знань, кожному з яких буде відповідати якісна оцінка шкали ECTS (рис. 3.5 б), то отримуємо необхідну експериментальну інформацію для побудови відповідних функцій належності вже цієї шкали.

Далі нескладно простежити перехід з 4-бальної шкали в шкалу ECTS, використовуючи квантилі континууму 100-бальної шкали. Теоретичні уявлення такого міжбального переходу було закладено в праці [382] і проілюстровано на рис. 3.6 [428].

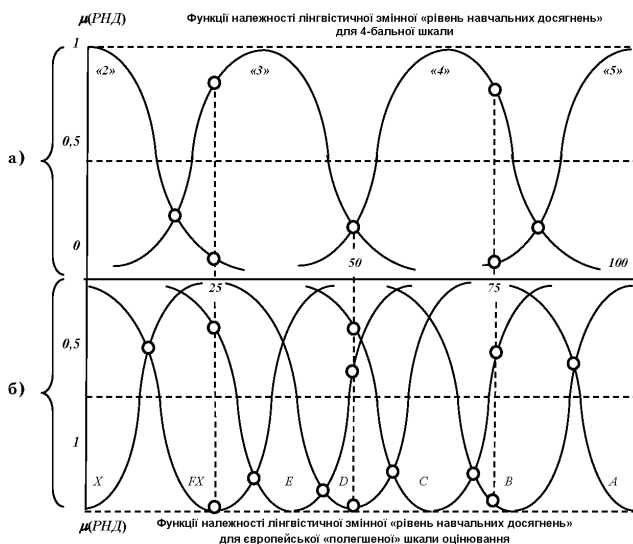


Рис. 3.6. Гіпотетичні переходи з однієї оціночної системи в іншу

Об'єктивний тестовий контроль знань розв'язує багато питань педагогічного, ціннісного, етичного і психологічного характеру [349], проте більшість відповідних досліджень присвячено питанням формулювання тестових завдань, обґрунтованих варіантів правильних/неправильних/частково правильних відповідей, оцінювання їх надійності та валідності, а також встановлення закону розподілу даних тестування і не стосується проблем формування 100-бальної шкали. Однак аналіз, що було здійснено в працях [198; 498], підтвердив, що в ЗЗСО України неповною мірою виконують завдання МОН щодо врахування складності окремих модулів навчальної дисципліни в процесі формування інтегральної оцінки РНД [307]. Для цього необхідно

визначити ступінь складності навчальних завдань і створити обґрунтовану модель агрегації частинних результатів випробувань (тестування).

Ще раз зауважимо, що формування 100-бальної шкали необхідно визначати як розв'язання однокрокової задачі прийняття рішень з векторним показником ефективності [198; 200; 427]. Показником ефективності в такому разі є кожне окреме завдання тесту.

Нехай для певної навчальної дисципліни маємо надійний і валідний тест, «довжиною»  $n$  запитань, правильність відповідей на які оцінюють дихотомічно:

$$b_i = \begin{cases} 1 - & \text{якщо відповідь правильна} \\ 0 - & \text{у протилежному випадку} \end{cases}. \quad (3.27)$$

З урахуванням складності запитань оцінку тестування можна подати в 100-бальній шкалі, застосовуючи таку тривіальну формулу:

$$\varphi(n) = 100 \cdot f(\alpha_i \beta_i), \quad (3.28)$$

де  $f(\cdot)$  – функція агрегації окремих (частинних) показників тестування;  
 $\alpha_i$  – оцінка правильності відповіді на  $i$ -те запитання тесту, встановлена в дихотомічній шкалі;

$\beta_i$  – «зважений» коефіцієнт складності (трудності)  $i$ -го запитання:

$$0 \leq \alpha_i \leq 1; \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1. \quad (3.29)$$

Порівняльний аналіз ефективності різних функцій агрегації частинних показників тестування  $f(\cdot)$  було зроблено в підрозділі 1.4.

Якщо розглядати питання врахування у формулі (3.28) також складності окремих модулів навчальної дисципліни, для якої розроблено тест, то може статися теоретична, але можлива парадоксальна ситуація, коли складність окремого завдання в нібито простому модулі може переважити складність запитання в більш складному. Експертна оцінка складності навчального завдання в межах усього тесту недоречна через психофізіологічні обмеження експертів, навіть найдосвідченіших, оскільки вони не зможуть запам'ятати й ефективно розрізнити всі запитання тесту. Якщо застосувати з цією метою попарне порівняння (наприклад, запитань тесту «довжиною»  $n=300$  завдань), то в такому разі, експерт має здійснити

$$N = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{300(300-1)}{2} = 45150 (!)$$

попарних порівнянь. Це обов'язково призведе до суттєвих трудовитрат і втомленості експерта, що негативно вплине на достовірність отриманих результатів.

Актуальність визначення коефіцієнтів складності запитань тесту полягає також у можливості розв'язання *парадоксу точки, що блукає на осі знань* [382].



Рис. 3.7. Класифікаційна схема методів оцінювання складності тестових завдань (А. Мельник, Р. Пасічник)

Складність тестових або будь-яких інших навчальних завдань є об'єктом пильної уваги широкого кола дослідників [1; 2; 12; 13; 59; 60; 74; 102; 119; 130; 142; 158; 161; 198; 200; 239; 262; 274; 299; 309; 317; 427; 438; 441; 484; 486; 512], з-поміж яких необхідно вказати праці І. Белоус, Н. Белоус, М. Бондаренка, Н. Єфремова, Ю. Зінковського, І. Куцевич, А. Майорова, Г. Мірських, І. Морсва, В. Семенець, М. Челишкової та ін. Узагальнення результатів їх досліджень відображено у класифікаційній схемі (рис. 3.7). Однак відповідні методи чітко не визначають складність тестових завдань за критеріями начального (перцептивно-продуктивного), середнього (репродуктивного), достатнього (конструктивно-варіативного) та творчого їх змісту, що відповідало б вимогам МОН України до РНД.

(Міжнародна асоціація з оцінювання навчальних досягнень (IEA TIMMS) рекомендує зацікавленим особам використовувати певне співвідношення між складністю окремих завдань тесту (табл. 3.4). Зазначена організація пропонує, що під час застосування модулів із різним рівнем складності необхідно дотримуватися таких співвідношень:

- перший модуль має охоплювати 45 % тестових завдань, які вимагають знання визначень;
- другий модуль (35 %) – запитання щодо вміння застосувати теоретичні закономірності на практиці;
- третій модуль (20 %) – найскладніший, оскільки його мають утворювати завдання, які вимагають здійснення респондентами аналізу, синтезу, порівняння чи оцінювання.

Однак у розглянутому нами випадку вимоги МОН України щодо диференціації РНД тих, хто навчається не виконують. Тому потрібно

орієнтуватися на встановлення не суб'єктивно-психологічної, а об'єктивної (статистичної) складності завдань та їх спроможності розрізняти учнів [60; 198; 200; 427].

Таблиця 3.4

## Співвідношення між когнітивними рівнями за TIMSS

№	Когнітивний рівень	%
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Знання, розуміння	45
2	Застосування	35
3	Обґрунтування: аналіз, синтез, оцінювання	20

З аналізу наукових джерел зрозуміло, що ефективним для визначення можливості завдань тесту диференціювати учнів за РНД є застосування точково-бісеріального коефіцієнта кореляції, поширеного в практиці створення психологічних тестів, де його називають *індексом дискримінативності* [16; 72]:

$$r_i = \frac{\bar{x}_i^+ - \bar{X}}{\sigma_i} \sqrt{\frac{N_i^+}{N - N_i^+}}, \quad (3.30)$$

де  $r_i$  – позначка індексу дискримінативності  $i$ -го завдання тесту;

$i=1, 2, \dots, n$ ;

$N$  – загальна кількість учнів, залучених до випробувань;

$N_i^+$  – кількість учнів, які успішно виконали  $i$ -те завдання тесту;

$\sigma_i$  – середнє квадратичне відхилення результатів випробування  $N$  учнів з  $n$  завдань тесту;

$\bar{x}_i^+$  – середнє значення позитивних результатів виконання учнями  $i$ -го завдання тесту, де оцінювання успішності виконання завдання здійснюють за бінарною системою:

$$\bar{x}_i^+ = \frac{N_i^+}{N}, \quad (3.31)$$

де  $\bar{X}$  – середнє значення показників успішності виконання  $N$  учнями  $n$  завдань тесту:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{x}_i^+ = \frac{1}{n \cdot N} \sum_{i=1}^n N_i^+. \quad (3.32)$$

Досліджуваний показник  $r_i$  змінюється в межах  $[-1, +1]$  і оцінює відповідність кожного окремого завдання всьому тесту, тому й вважається показником його дискримінативності. Позитивні значення показника засвідчують ефективність розрізнення учнів, яких залучали до тестування, а негативні – про непридатність завдання для тесту та невідповідність підсумковому результату.

Доведено, що індекс дискримінативності завдань тесту  $r_i$  характеризує критеріальну валідність завдання, оскільки його визначають щодо зовнішнього критерію – підсумкового результату [72; 427]. Тому, маючи результати тестування представницької вибірки випробуваних учнів, нескладно обчислити індекси дискримінативності завдань і проранжувати ці завдання в порядку спадання  $r_i$ . Однак більш доцільним, на нашу думку, було б застосування стосовно індексу дискримінативності більш комплексного показника, який би його враховував.

З результатів досліджень [60] випливає, що шуканий рівень складності тестових завдань встановлюють з відповідної інтегрованої функціональної моделі, що було розроблено на засадах оцінювання тестових завдань за безперервною шкалою оцінювання знань, яка охоплює тестові завдання різних типів:

$$\beta_j = f(P_{1j}(I_i, res_{ij}), P_{2j}(I_i, a_j, res_{ij}), P_{3j}(I_i, a_j, c_j, res_{ij})), \quad (3.33)$$

де  $\beta_j$  – параметр, що визначає складність  $j$ -го тестового завдання;

$P_{1j}(I_i, res_{ij}), P_{2j}(I_i, a_j, res_{ij}), P_{3j}(I_i, a_j, c_j, res_{ij})$  – модифіковані одно-, двох і трьохпараметричні моделі (підрозділ 1.3), побудовані за безперервною системою;

$I_i$  – параметр, який визначає рівень знань  $i$ -го учня;

$res_{ij}$  – змінна, яка відповідає результату виконання тестового завдання та приймає значення на інтервалі  $[0, 1]$ , що відповідає безперервній шкалі оцінювання знань;

$a_j$  – параметр характеристики диференціюючої здатності завдання, що є еквівалентним індексу дискримінативності завдань тесту (3.30);

$c_j$  – параметр, який характеризує можливість правильної відповіді на  $j$ -те завдання в разі, якщо ця відповідь було вгадано.

Зі змісту формули (3.33) випливає, що суттєвою перевагою та новизною досліджуваної інтегрованої функціональної моделі є її спроможність одночасно аналізувати тестові завдання всіх можливих типів.

Таким чином, вихідними параметрами інтегрованої функціональної моделі є набір параметрів  $\beta_j$ , що відповідають стійким оцінкам рівня складності тестових завдань і можуть бути застосовуваними в тестах, які охоплюють завдання декількох рівнів складності як параметр складності завдань.

Після ранжування запитань тесту в порядку спадання показника складності  $\beta_j$  та розділення інтервалу ранжування на чотири частини, нескладно визначитися з якісною характеристикою складності відповідних запитань (рис. 3.8).

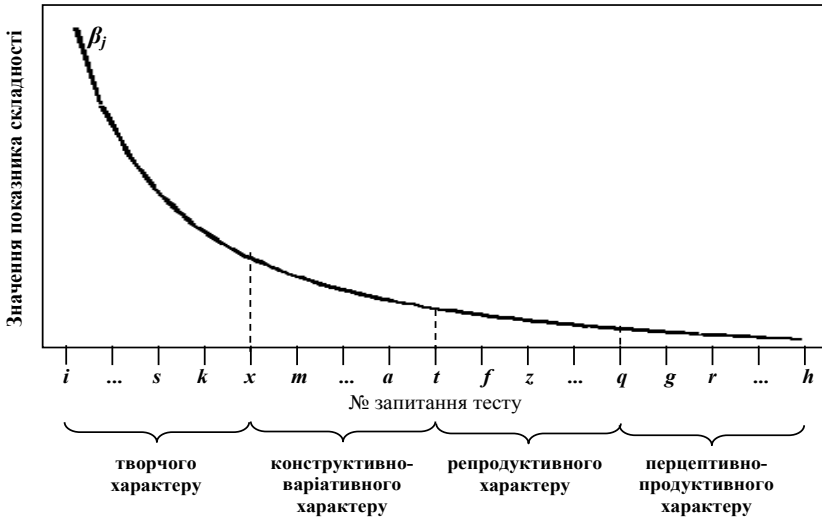


Рис. 3.8. Упорядкування завдань тесту за графіком зміни показника складності різних запитань тесту

### 3.4. Емпіричні моделі кваліметрії та порівняння рівнів навчальних досягнень у різних оціночних системах

Розроблене теоретико-методологічне забезпечення досліджень дало змогу сформулювати терм-множини лінгвістичної змінної «РНД» для найбільш поширених оціночних систем (табл. 3.2), вибрати «матрицю підказок» як ефективний метод побудови функцій належності цієї змінної та за допомогою шкали Купера–Харпера розглянути ефективну методику опитування експертів-учасників НВП, яка передбачає застосування 100-бальної шкали як аргументу функцій належності різноманітних оціночних систем. Це дало змогу здійснювати ефективний кваліметричний перехід між ними.

Отже, навряд чи слід спеціально обґрунтовувати, що проблема розвитку академічної обдарованості школярів та її кваліметрії є перманентно актуальною. Ще раз зазначимо, що вимірювання в дидактиці неможливі без використання адекватних математичних методів і моделей, які мають ілюструвати закономірності педагогічного знання про НВП як об'єкт досліджень. Розглядаючи попередні дослідження з кваліметрії РНД [180; 406; 428; 430; 432; 462; 495; 497 та ін.], вкажемо, що відповідні результати були отримані, орієнтуючись, насамперед, на специфіку вишівської



дидактики. Однак, оскільки академічна обдарованість починає формуватися ще під час шкільного навчання, не менш цікавими та науково-і практично-важливими є проблеми її кваліметрії учнів старших класів. Причому наша орієнтація на цю категорію школярів пов'язана з тим, що саме для них можна отримати зовнішній незалежний критерій валідності результатів досліджень у вигляді об'єктивного показника ЗНО [183; 184].

Розглядаючи порівняльні характеристики основних шкал оцінювання знань, що були детально проаналізовані в підрозділі 2.5, варто зосередити увагу на 10-бальній шкалі стенів, яку часто застосовують як у психолого-педагогічних дослідженнях [16; 72; 101; 306; 348; 479 та ін.], так і в деяких країнах для оцінювання рівнів навчальних досягнень тих, хто навчається [348; 460; 534; 551]. Однак рекомендації щодо застосування 10-бальної шкали шляхом «простого розширення» 5-бальної [401] мають ті самі недоліки, що і рекомендації щодо «розширення» 4-бальної до 12-бальної [243]. Вони не враховують базових вимог до розмірностей шкал вимірювання [314; 431; 463; 517 та ін.], тому не є оптимальними. Ось чому під час вибору розмірності шкали академічної обдарованості учнів ми виходили з того, що вона має охоплювати три рівні навченості: початковий (низький) – середній (як у більшості) – високий (рис. 3.9). Цей підхід є незвичайно простим і зрозумілим і дає змогу легко орієнтуватися в рівнях навчальних досягнень учнів усім учасникам шкільного НВП.

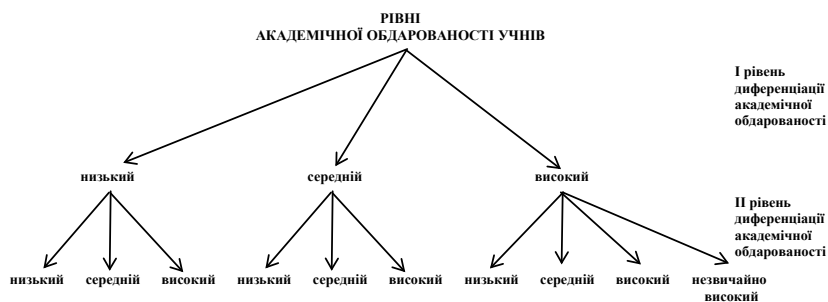


Рис. 3.9. Формування розмірності шкали оцінювання академічної обдарованості учнів

Навченість-обдарованість у межах кожного рівня можна далі Навченість-обдарованість у межах кожного рівня можна далі диференціювати за тим самим принципом (рис. 3.9). І, таким чином, ми отримуємо 9-бальну шкалу стенів. Додавши у межах «високого (творчого) рівня академічної обдарованості» ще одну якісну оцінку – «незвичайно високий рівень академічної обдарованості», ми отримуємо вже шкалу стенів. Причому зазначена оцінка вже не може виставлятися, скажімо, за «підготовку

реферату», як це допускається у рекомендаціях до застосування 12-бальної шкали [243]. Отже, застосовуючи рекомендації праць [63; 64; 238; 314; 336; 431; 462; 516 та ін.], можна сформувати таку терм-множину прийнятої 10-бальної шкали оцінювання академічної обдарованості учнів:

$$\begin{aligned}
 T^M (\text{рівень обдарованості}) &= \text{низький} + \text{як у більшості (середній)} + \text{високий} = \\
 &= \text{низький} + \text{середній} + \text{високий} + \text{низький} + \text{середній} + \text{високий} + \\
 &\quad \text{низький} + \text{середній} + \text{високий} + \text{незвичайно високий} = \\
 &= \tilde{R}_1 + \tilde{R}_2 + \tilde{R}_3 + \tilde{R}_4 + \tilde{R}_5 + \tilde{R}_6 + \tilde{R}_7 + \tilde{R}_8 + \tilde{R}_9 + \tilde{R}_{10},
 \end{aligned} \tag{3.34}$$

де  $\tilde{R}_i$  – умовна позначка  $i$ -ї оцінки-бала шкали.

Зрозуміло, що запропонована шкала академічної обдарованості (3.34) має сувору ієрархію:

$$\tilde{R}_1 < \tilde{R}_2 < \tilde{R}_3 < \tilde{R}_4 < \tilde{R}_5 < \tilde{R}_6 < \tilde{R}_7 < \tilde{R}_8 < \tilde{R}_9 < \tilde{R}_{10}. \tag{3.35}$$

Ще одним безумовним позитивом шкали (3.31), (3.35) є те, що вона знаходиться у межах так званого магічного числа Міллера [97; 228; 543], тому може легко розпізнаватися, запам'ятовуватися і сприйматися як учнем, так і педагогом. Причому кожна якісна оцінка прийнятої шкали має також мотивуючий зміст, оскільки чітко вказує учневі в лінгвістичній формі на місце його досягнень серед інших.

Користуючись шкалою стенів оцінок академічної обдарованості (3.34), (3.35), педагог демонструє професійну здатність експлікувати особистий унікальний досвід педагогічної роботи, виставляючи учню за відповідь ту чи іншу оцінку. Разом з тим, в умовах запровадження об'єктивного тестового контролю знань, особливо під час ЗНО, виникає нагальна потреба поставити у відповідність якісним, лінгвістичним, нечітким оцінкам 10-бальної шкали, чіткі оцінки абсолютної 100-бальної чи 200-бальної шкал. Досвід досліджень [183; 184; 198; 205; 207; 382; 406; 428; 430–432; 495; 497] показує, що для цього потрібно побудувати функції належності досліджуваної лінгвістичної змінної «рівень академічної обдарованості», як моделі відповідної якісно-кількісної кваліметриї знань, що й буде предметом наших подальших досліджень.

До досліджень було залучено 532 старшокласника різних закладів середньої освіти Бориспільського району Київської області. Під час проведення опитування респонденти мали виходити з припущення, що виявлення рівнів академічної обдарованості відбувається за допомогою надійного та валідного тесту з будь-якої навчальної дисципліни. Причому до них доводилися всі унікальні особливості 100-бальної шкали,

на континуумі якої визначаються результати тестування і яка формується рішенням однокрокової задачі прийняття рішень із векторним показником ефективності [196; 198; 427]. Причому в тесті, згідно з рекомендаціями [200], чітко встановлено як завдання перцептивно-продуктивного, репродуктивного, конструктивно-варіативного і творчого характеру, так і їх вагові коефіцієнти. Таким чином, було вирішене питання кількісної оцінки рівнів академічної обдарованості (рівнів навчальних досягнень) старшокласників.

З урахуванням великого обсягу «вхідної інформації», а також того факту, що відхилення фактичного значення академічної успішності у бік збільшення або зменшення може мати різну важливість (бажаність) з погляду забезпечення потрібного РНД, найприйнятнішим для цілей досліджень за аналогією з результатами, що були отримані під час розв'язання кваліметричних проблем ЗВО, вважаємо метод отримання експертної інформації у вигляді «точки на заданій шкалі параметра» (рис. 3.5) [198; 314; 407]. Вважаємо доцільним вказати на таку особливість. Хоча збір інформації від випробуваних експертів-старшокласників схожий на опитування педагогічного персоналу ЗВО, ми виміряємо на 100-бальній шкалі не початковий (низький, перцептивно-продуктивний), середній (репродуктивний), достатній (конструктивно-варіативний) і високий (творчий) РНД (рис. 3.5), а згідно з ідеологією побудови шкали стенів для якісної кваліметрії низького, середнього та високого рівні академічної обдарованості. І саме на відрізку 100-бальної шкали, який, за думкою випробуваного, відповідає високому рівню академічної обдарованості слід було додаткового вказати надзвичайно високий показник навченості (рис. 3.10 б).

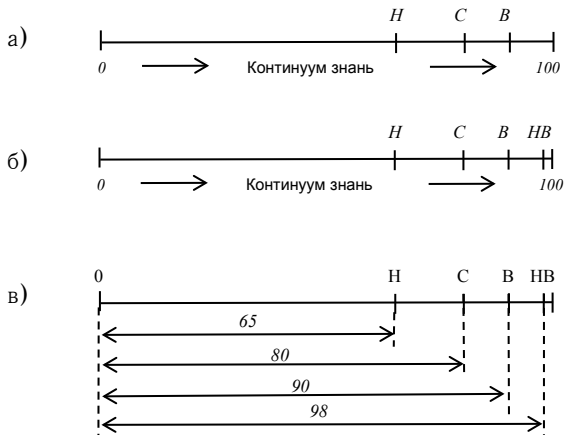
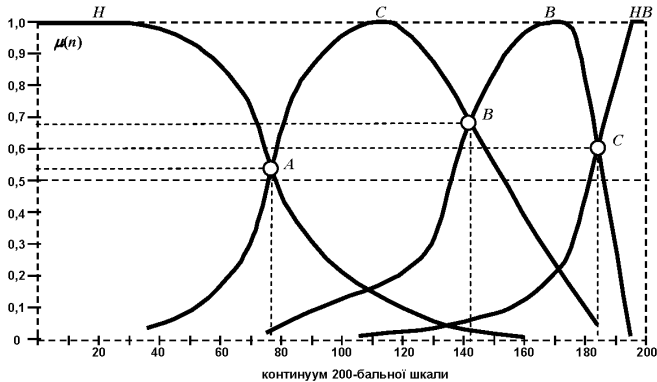


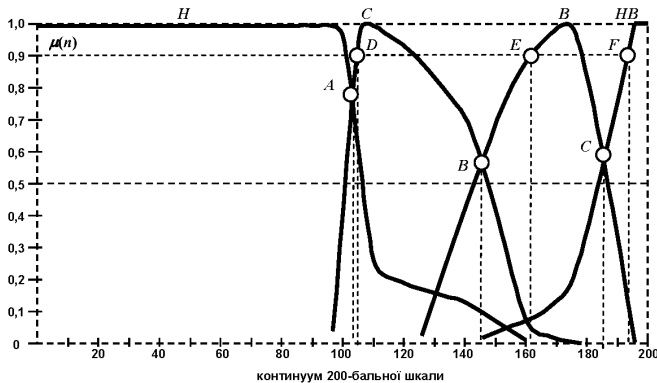
Рис. 3.10. Парадигма збору інформації для побудови нечіткої моделі кваліметрії академічної обдарованості старшокласників

Отримані в такий спосіб дані опитування були оброблені за аналогією з процедурами, що були детально описані та реалізовані вище. У результаті статистичної обробки експертних оцінок були отримані відповідні функції належності (рис. 3.11 а), з яких випливає, що межі переходу від однієї якісної оцінки до іншої чітко уявляються респондентами–старшокласниками, оскільки точки  $A$ ,  $B$  і  $C$  перетину функцій належності сусідніх термів мають значення, більші за точку переходу 0,5:

$$\mu_A(x = 35) = 0,52 > 0,5; \quad \mu_B(x = 67) = 0,66 > 0,5; \quad \mu_C(x = 90) = 0,61 > 0,5.$$



а)



б)

Рис. 3.11. Функції належності лінгвістичної змінної «РНД»:

- а) з урахуванням і ліберально-демократичних,  
і об'єктивно-харизматичних думок старшокласників;  
б) з урахуванням лише об'єктивно-харизматичних думок старшокласників

Отже, орієнтуючись на точку переходу  $\mu = 0,5$ , будемо вважати, що відрізки континууму 100-бальної шкали, що знаходяться між точками перетину сусідніх термів, «скоріше належать» відповідній якісній оцінці:

$$\left. \begin{array}{ll} 0-35 \text{ балів} & \Rightarrow H; \\ 36-67 \text{ балів} & \Rightarrow C; \end{array} \right\} \begin{array}{ll} 68-90 \text{ балів} & \Rightarrow B; \\ 91-100 \text{ балів} & \Rightarrow HB \end{array} . \quad (3.36)$$

Однак утримуємося від подальшого аналізу рис. 3.11 а унаслідок явного лібералізму в оцінці «середнього» рівня академічної обдарованості, оскільки відповідний інтервал 100-бальної шкали охоплює також обсяг знань з оцінками, меншими за 50 балів, що не відповідає імперативам, встановленими нами для аналізу відповідних функцій належності [180]. Тому відповідні думки було умовно зараховано до ліберально-демократичних і виключено з подальшого розгляду. Таких старшокласників виявилось 219 (41,2 %) осіб, що порівнянно з відповідною процентовкою результатів опитування науково-педагогічного персоналу закладів вищої освіти [198; 432]. На рис. 3.11, б подано функції належності лінгвістичної змінної «рівень академічної обдарованості» старшокласників, зарахованих до об'єктивно-харизматичних вимірювачів знань. Як можна побачити з цього рисунку, і в цьому випадку точки перетину функцій належності сусідніх термів мають значення, більші за точку переходу:

$$\mu_A(x=52) = 0,69 > 0,5; \quad \mu_B(x=71) = 0,55 > 0,5; \quad \mu_C(x=92) = 0,61 > 0,5,$$

що свідчить про чітке уявлення випробуваними границь переходу від однієї якісної оцінки до іншої в межах континууму кількісної 100-бальної шкали:

$$\left. \begin{array}{ll} 0-52 \text{ бала} & \Rightarrow H; \\ 53-71 \text{ бал} & \Rightarrow C; \end{array} \right\} \begin{array}{ll} 72-92 \text{ бала} & \Rightarrow B; \\ 93-100 \text{ балів} & \Rightarrow HB \end{array} . \quad (3.37)$$

З урахуванням важливості «середнього» («прохідного») результату навченості оцінимо відповідність якісних і кількісних оцінок, орієнтуючись на абсолютне ( $\mu(x) = 0,9$ ) значення функції належності (рис. 3.11 б). у результаті отримуємо таке:

$$\left. \begin{array}{ll} 0-53 \text{ бала} & \Rightarrow H; \\ 54-75 \text{ балів} & \Rightarrow C; \end{array} \right\} \begin{array}{ll} 76-95 \text{ балів} & \Rightarrow B; \\ 96-100 \text{ балів} & \Rightarrow HB \end{array} . \quad (3.38)$$

Нескладно переконатися, що

$$\Delta_H > \Delta_C > \Delta_B > \Delta_{HB}, \quad (3.39)$$

що відповідає критеріям (3.1), (3.2) кількісно-якісного формування оціночних шкал [198]. Таким чином, з одного боку, орієнтуючись на основний

підхід до формування будь-яких оціночних шкал (слабо (погано) – нейтрально – сильно (добре)), а, з іншого – емпіричне встановлене з рис. 3.11, б) пропорційне співвідношення між низькими, середніми та високими оцінками:

$$H : C : B \Leftrightarrow \Delta_H : \Delta_C : \Delta_B \Leftrightarrow 53 : 22 : 20 \Leftrightarrow 2,65 : 1,1 : 1, \quad (3.40)$$

нескладно перейти від виразу (3.34) до кількісно (в 100-бальній шкалі) – якісної (в шкалі стенів) оцінки рівнів академічної обдарованості:

$$0 - 53 \text{ бали} \Leftrightarrow H \Leftrightarrow \begin{cases} 0 - 30 \text{ балів} \Leftrightarrow H \Leftrightarrow 1 \text{ стень} \\ 31 - 42 \text{ бали} \Leftrightarrow C \Leftrightarrow 2 \text{ стени}; \\ 43 - 53 \text{ бали} \Leftrightarrow B \Leftrightarrow 3 \text{ стени} \end{cases} \quad (3.41)$$

$$54 - 75 \text{ балів} \Leftrightarrow C \Leftrightarrow \begin{cases} 54 - 65 \text{ балів} \Leftrightarrow H \Leftrightarrow 4 \text{ стени} \\ 66 - 70 \text{ балів} \Leftrightarrow C \Leftrightarrow 5 \text{ стенів}; \\ 71 - 75 \text{ балів} \Leftrightarrow B \Leftrightarrow 6 \text{ стенів} \end{cases} \quad (3.42)$$

$$96 - 100 \text{ балів} \Leftrightarrow HB \Leftrightarrow \dots \Leftrightarrow \dots \Leftrightarrow \dots \Leftrightarrow 10 \text{ стенів}. \quad (3.43)$$

Зазначимо, що результат (3.41) – (3.43) є базовим у разі застосування стенів для оцінки рівнів академічної обдарованості старшокласників в умовах об'єктивного тестового контролю їх знань. Причому ми спеціально не виявляли ставлення старшокласників до співвідношення якісних оцінок 12-бальної шкали з кількісними 100-бальною, оскільки повністю довіряємо результатам відповідних досліджень, що були проведені з науково-педагогічними працівниками закладів вищої освіти [198; 430; 495].

Ще раз зазначимо, що підвищення якості освіти в Україні в контексті Болонських домовленостей передбачає впровадження нових інформаційних технологій навчання. Відповідні інноваційні процеси характеризуються як істотними змінами в змісті навчання і виховання, переходом на багаторівневу систему професійної підготовки фахівців, гуманізацією і фундаменталізацією освіти, так і кардинальними змінами в методах і формах навчання. Тому актуальним є питання організації науково обґрунтованої та об'єктивної системи педагогічного контролю і методик діагностування знань тих, хто навчається. Причому на рівні ЗНО знань, яке відбувається шляхом застосування об'єктивного тестового контролю і абсолютної 200-бальної шкали йдеться про реальне запровадження державних стандартів у відповідні процеси.

Отже, принципово нові інноваційні можливості в атестації випускників шкіл, педагогічних кадрів і самих закладів освіти відкриває єдиний державний іспит. Заснована на ньому державна атестація (ЗНО) випускників середньої школи покликана забезпечувати:

- 1) єдність вимог до знань випускників;
- 2) рівні можливості отримання об'єктивної оцінки;
- 3) високу якість оцінок з позицій теорії педагогічних вимірювань;
- 4) довіру до результатів ЗНО самих випускників, їхніх батьків і педагогічної громадськості ЗЗСО і ЗВО;
- 5) можливість використання результатів підсумкової атестації для аналізу та моніторингу стану системи середньої освіти для атестації навчальних закладів і педагогічних кадрів;
- 6) створення розгалуженої системи моніторингу якості освіти;
- 7) забезпечення якісного інструментарію та технологій отримання, збору, обробки і узагальнення інформації про якість усієї національної освітянської системи тощо.

Зазначені вимоги мають цільовий характер, але поки не повністю реалізуються на практиці. Їх застосування утруднює відсутність повної ясності в нормативних документах, що піднімають питання атестації випускників шкіл і оцінки якості самого освітнього процесу за РНД вивчених. У традиційних методах оцінювання об'єктивна, єдина і стандартизована база оцінки для різних ланок системи освіти відсутня, а в більшості випадків оціночний процес носить спонтанний характер [274]. Це зумовлено низкою причин:

- відсутністю стандартів у загальній освіті і відповідними труднощами навчання та створення стандартизованих педагогічних вимірників;
- недостатнім розвитком системи незалежного об'єктивного тестового контролю та використанням його для підготовки тих, хто навчається, до такого роду атестації;
- відсутністю даних освітньої статистики, неопрацьованістю методів аналізу й інтерпретації статистичних результатів об'єктивного тестового контролю;
- недостатністю культури тестування та кваліметричних підходів у педагогічному середовищі;
- настороженим ставленням певної певного прошарку педагогічного персоналу до ЗНО та недооцінкою його як засобу зниження педагогічних і психологічних навантажень;
- слабким використанням можливостей інформаційного освітнього моніторингу.

Абсолютна більшість наукової літератури, що присвячена дослідженню проблем об'єктивного тестового контролю знань [3; 306; 512; 523 та ін.], базується на дослідженнях результатів тестування, не беручи до уваги ставлення до них самих учасників НВП. З іншого боку, унікальні можливості абсолютної 200-бальної шкали, що при цьому застосовується, фактично не вивчаються, хоча майже 30 років тому було

з'ясовано (і ми на це вже посилалися вище), що, наприклад, науково-педагогічним працівникам не вистачає континууму 100-бальної шкали і вони вводять додаткові «дробові» бали для більш ефективної диференціації тих, хто навчається [348]. Отже, йдеться вже про 1000-бальну (!) шкалу.

Мотивувати студентів/учнів на навчання можна насамперед за допомогою вербальної, якісної (лінгвістичної) оцінки їх знань. І наші попередні дослідження переконливо довели можливість застосування для цього математичного апарату нечітких множин і лінгвістичних змінних. Однак відповідні нечіткі моделі для ЗНО не побудовані, що дещо гальмує розвиток цього виду державної атестації абітурієнтів. Нижче подано результати досліджень [183; 184], що були проведені нами у відповідному напрямі.

Отже, якщо взяти за основу якісну 10-бальну шкалу стенів, що прийнята в Інституті обдарованої дитини НАПН України для оцінювання академічної обдарованості учнів, яку ми уявляємо як терм-множину лінгвістичної змінної «рівень академічної обдарованості» і для кожного терму-стену побудувати функцію належності при аргументі – континуумі 200-бальної шкали, то таким чином й можна отримати проактивну нечітку мотиваційну модель кількісно-якісної диференціації результатів ЗНО. У процесі опитування випробуванним пропонується розглянути континуум 200-міліметрового відрізка, який, як і в попередніх випадках уявляється як відома шкала Купера–Харпера. Виходячи з особистого уявлення щодо ступеня прийнятності (бажаності) для себе результатів ЗНО, респонденти мали поставити на цьому інтервалі чотири відмітки, що відповідають: *H* – низькому, *C* – середньому, *B* – високому, *HB* – незвичайно високому рівню навчальних досягнень (рис. 3.12). Таким чином, отримання експертної інформації здійснюється у вигляді «точки на заданій шкалі параметра».

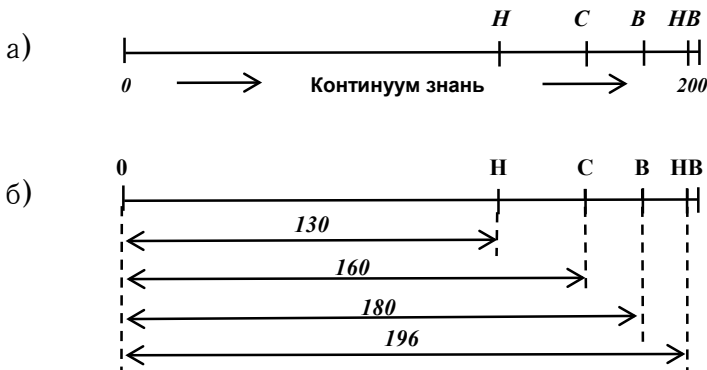


Рис. 3.12. Парадигма збору експертної інформації для побудови функцій належності лінгвістичної змінної «РНД» при аргументі – континуумі 200-бальної шкали



До досліджень було залучено 670 старшокласників шкіл Бориспільського району Київської області. Узагальнення експертної інформації, що було отримано від них у вищезгаданий спосіб (рис. 3.12) здійснене за 20 інтервалами 200-бальної шкали. Обробка експертної інформації відбувалася за допомогою тих самих методів, технологій і процедур, що вже були розглянуті нами. Емпіричні функції належності як нечіткі моделі кваліметрії РНД подано на рис. 3.13.

Отже, з рис. 3.13 а випливає, що усі точки перетину сусідніх термів мають значення функцій належності, більші за величину 0,5.

$$\mu_A(n=78)=0,55; \quad \mu_B(n=143)=0,69; \quad \mu_C(n=184)=0,61.$$

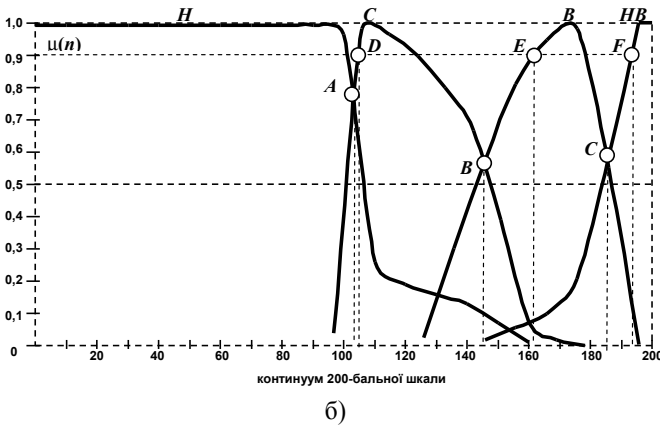
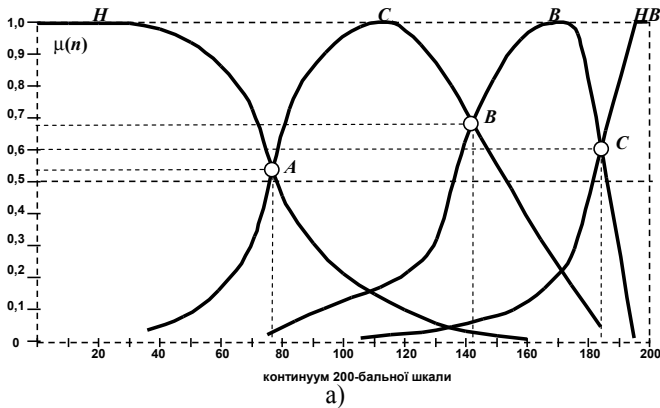


Рис. 3.13. Функції належності лінгвістичної змінної «РНД» як моделі ставлення старшокласників до результатів ЗНО: а) з урахуванням і ліберально-демократичних, і об'єктивно-харизматичних думок старшокласників; б) без урахування ліберально-демократичних думок старшокласників

З цього випливає, що результати ЗНО, які знаходяться, на думку випробуваних старшокласників, у межах  $0 \div 78$  балів, скоріше належать низькому;  $79 \div 143$  балів – середньому;  $144 \div 184$  балів – високому;  $185 \div 200$  балів – незвичайно високому РНД.

З іншого боку, йдеться про те, що опитувані чітко розрізняють границі кількісно-якісного переходу від однієї оцінки РНД до іншої. Привертаємо увагу, що абсциса точки *B* на рис. 3.13 а точно відповідає мінімальному прохідному балу до ЗВО з профільної навчальної дисципліни, що було встановлено МОН України. І оскільки наші дослідження проводилися до такого рішення МОН України, то отримана емпірична модель нечіткої кваліметрії ставлення абітурієнтів до результатів ЗНО має яскраво виражений прогностичний (проактивний) зміст.

Подальший аналіз рис. 3.13 а варто було б проводити, орієнтуючись на відповідні квартилі, децилі та навіть процентилі, однак слід від цього утриматися з причин, які ми неодноразово наводили вище. А саме, принципово неправильно, щоб «середній (прохідний)» бал, який має відповідати знанням більшості абітурієнтів, співпадав з медіаною шкали, адже природно, що це неадекватні поняття. Було з'ясовано, що 293 (44 %) респонденти вважають, що середній РНД може досягати у 200-бальній шкалі не більше 100 балів. Такі експерти були умовно названі вимірювачами знань ліберально-демократичного типу і результати їх опитування було виключено з подальшого розгляду. На рис. 3.13 б подані функції належності лінгвістичної змінної «РНД», що побудовані за результатами узагальнення думок респондентів-вимірників знань об'єктивно-харизматичного типу. Як можна побачити, і в цьому випадку координати точок *A*, *B*, *C* перетину сусідніх термів мають значення, більші за 0,5:

$$\mu_A(n=104)=0,78; \quad \mu_B(n=147)=0,56; \quad \mu_C(n=186)=0,59,$$

що означає, що й ця категорія респондентів чітко розрізняє границю кількісно-якісного переходу від одної оцінки РНД до іншої.

З рис 3.13 б випливає, що остаточна величина «прохідної» оцінки у 200-бальній шкалі, пропонує МОН України, уточнюється у бік більшої суворості та досягає величини 148 балів. Причому, щоб мати абсолютну впевненість у відповідності кількісних інтервалів 200-бальної шкали прийнятним якісним оцінкам, будемо орієнтуватися на «критеріальне (імперативне)» значення функції належності:  $\mu_i(n) \geq 0,9$ . Тоді з рис. 3.13 б випливає, що якщо результати ЗНО знаходяться у межах  $0 \div 105$  балів, то вони *скоріше належать* низькому;  $106 \div 162$  бали – середньому;  $163 \div 193$  балів – високому;  $194 \div 200$  балів – незвичайно високому РНД. Ураховуючи, по-перше, що будь-яка шкала будується за принципом «погано – нейтрально – добре»; по-друге, майже абсолютне

значення функції належності  $\mu_i(n)=0,9$ ; по-третє, емпіричне співвідношення, яке випливає з рис. 3.13, (б):

$$\Delta_H : \Delta_C : \Delta_B \Leftrightarrow 105 : 57 : 30 \Leftrightarrow 3,5 : 1,9 : 1, \quad (3.44)$$

нескладно встановити кількісно-якісну відповідність між усіма оцінками 10-бальної та 200-бальної шкал (табл. 3.5).

Наведені в табл. 3.5 результати отримані уперше. Однак у шкільній практиці шкала стенів, що була вибрана нами для оцінки рівнів академічної обдарованості старшокласників, ще не розповсюджена. Тому, продовжуючи аналіз експериментальних даних і моделей, будемо вважати, що інтервал  $0 - D$  на рис. 3.13 охоплює оцінки «1», «2», «3», «4» 12-бальної шкали, інтервал  $D - E$  – охоплює «5», «6», «7», «8»; інтервал  $E - F$  – охоплює «9», «10», «11»; інтервал  $F - 200$ , – відповідає оцінці «12».

Таблиця 3.5

### Співвідношення оцінок 200-бальної шкали і шкали стенів

Інтервал 200-бальної шкали	Оцінка в стенах
1	2
0÷58 балів	1
59÷90 балів	2
91÷105 балів	3
106÷136 балів	4
137÷153 балів	5
154÷162 балів	6
163÷178 балів	7
179÷187 балів	8
188÷193 балів	9
194÷200 балів	10

Далі, узявши за основу для перших двох інтервалів співвідношення:  $\Delta_H : \Delta_C : \Delta_B : \Delta_{HB} \Leftrightarrow 105 : 57 : 30 : 8 \Leftrightarrow 13,5 : 7,125 : 3,75 : 1$ , (3.45) знайдемо таку відповідність для перших восьми якісних оцінок 12-бальної кількісних оцінок 200-бальної шкали:

0÷56 балів	– 1 бал;	106÷135 балів	– 5 балів;
57÷85 балів	– 2 бали;	136÷151 бал	– 6 балів;
86÷101 балів	– 3 бали;	152÷159 балів	– 7 балів;
102÷105 балів	– 4 бали;	160÷162 бали	– 8 балів;

Узявши за основу вираз (3.44), отримуємо таке співвідношення якісних оцінок «9», «10», «11» балів 12-бальної та кількісних оцінок 200-бальної шкал:

163÷178 балів	– 9 балів;
179÷187 балів	– 10 балів;
188÷193 бали	– 11 балів.

Таким чином, завдання кількісно-якісного співвідношення оцінок 200-бальної та 12-бальної шкал можна вважати вирішеним.

### 3.5. Дефазифікації бальних шкал для застосування функції бажаності Харрінгтона під час отримання інтегрованої оцінки академічної обдарованості

Формування 100-бальної шкали й отримання інтегрованої оцінки РНД учнів у процедурній реалізації є фактичним розв'язанням однокрокової задачі прийняття рішень з векторним показником ефективності. Зазначеній інтегрованій оцінці властива системна властивість емерджентності, яка дає змогу дати комплексну (цілісну) оцінку обраних характеристик об'єкта НВП. Такі показники прості в застосуванні та є індикаторами, оскільки їх відхилення від деяких заданих значень свідчать про зміну стану об'єкта та припускають його подальший аналіз. Чутливість показника до змін стану об'єкта на різних рівнях його ієрархічної структури безпосередньо пов'язана з вибором рівня декомпозиції об'єкта, відповідно до якого будують інтегральний показник. З огляду на це, відповідним дослідженням приділяє увагу багато вчених [11; 83; 88; 179; 186; 188; 190; 198; 206; 209; 211; 225; 325; 326; 334; 390; 407; 449 та ін.].

Ґрунтовні аналітичні дослідження з вибору мультиплікативної функції Харрінгтона для агрегації частинних результатів навчання учнів в узагальнену оцінку та вибору методу розстановки пріоритетів для встановлення коефіцієнтів бажаності оцінок бальних шкал було здійснено в підрозділі 1.4. Отже, головною функцією агрегації вважатимемо вираз (1.17).

Необхідно розглянути процедуру застосування методу розстановки пріоритетів для виявлення коефіцієнтів бажаності оцінок, наприклад, 12-бальної шкали, яка в загальному випадку має відповідати схемі на рис. 3.14.

Застосовуючи метод розстановки пріоритетів, отримуємо «зважені» коефіцієнти бажаності оцінок найбільш уживаних бальних шкал (табл. 3.6).

Отже, за наявності об'єктивного тестового контролю знань узагальнену оцінку РНД отримують за допомогою мультиплікативної функції агрегації Харрінгтона вигляду (1.17). За відсутності цього контролю якісним оцінкам ставлять у відповідність коефіцієнти їх бажаності (табл. 3.6), і за тією ж формулою (1.17) визначають їх середнє геометричне значення зазначених коефіцієнтів, якому і лише якому притаманна системна властивість емерджентності. Діапазон відповідної «норми» кожної якісної

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 \tilde{R}_1 & \tilde{R}_2 & \tilde{R}_3 & \tilde{R}_4 & \tilde{R}_5 & \tilde{R}_6 & \tilde{R}_7 & \tilde{R}_8 & \tilde{R}_9 & \tilde{R}_{10} & \tilde{R}_{11} & \tilde{R}_{12} \\
 \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 \text{Оцінки 12-бальної шкали} \\
 C_{\tilde{R}_1} + C_{\tilde{R}_2} + C_{\tilde{R}_3} + C_{\tilde{R}_4} + C_{\tilde{R}_5} + C_{\tilde{R}_6} + C_{\tilde{R}_7} + C_{\tilde{R}_8} + C_{\tilde{R}_9} + C_{\tilde{R}_{10}} + C_{\tilde{R}_{11}} + C_{\tilde{R}_{12}} = C \\
 \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 \text{Кількісні показники цінності оцінок 12-бальної шкали} \\
 \frac{C_{\tilde{R}_1}}{C} + \frac{C_{\tilde{R}_2}}{C} + \frac{C_{\tilde{R}_3}}{C} + \frac{C_{\tilde{R}_4}}{C} + \frac{C_{\tilde{R}_5}}{C} + \frac{C_{\tilde{R}_6}}{C} + \frac{C_{\tilde{R}_7}}{C} + \frac{C_{\tilde{R}_8}}{C} + \frac{C_{\tilde{R}_9}}{C} + \frac{C_{\tilde{R}_{10}}}{C} + \frac{C_{\tilde{R}_{11}}}{C} + \frac{C_{\tilde{R}_{12}}}{C} = 1 \\
 \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 \alpha_{\tilde{R}_1} + \alpha_{\tilde{R}_2} + \alpha_{\tilde{R}_3} + \alpha_{\tilde{R}_4} + \alpha_{\tilde{R}_5} + \alpha_{\tilde{R}_6} + \alpha_{\tilde{R}_7} + \alpha_{\tilde{R}_8} + \alpha_{\tilde{R}_9} + \alpha_{\tilde{R}_{10}} + \alpha_{\tilde{R}_{11}} + \alpha_{\tilde{R}_{12}} = 1 \\
 \text{«Зважені» коефіцієнти бажаності оцінок 12-бальної шкали}
 \end{array}$$

Рис. 3.14. Схема встановлення «зважених» коефіцієнтів бажаності оцінок 12-бальної шкали

Таблиця 3.6

**Коефіцієнти значущості (бажаності) балів найбільш уживаних шкал оцінювання рівнів навчальних досягнень**

Бал / Терм	Коефіцієнти значущості оцінок шкали, $\alpha_i$					
	4-бальна	5-бальна	7-бальна	9-бальна	10-бальна	12-бальна
1 / R <sub>1</sub>	0,9126	0,8053	0,6240	0,4405	0,4030	0,2918
2 / R <sub>2</sub>	0,0825	0,1651	0,2536	0,2668	0,2606	0,2226
3 / R <sub>3</sub>	0,0048	0,0267	0,0895	0,1529	0,1600	0,1652
4 / R <sub>4</sub>	0,0001	0,0028	0,0260	0,0804	0,0921	0,1188
5 / R <sub>5</sub>	–	0,0001	0,0059	0,0378	0,0486	0,0820
6 / R <sub>6</sub>	–	–	0,0009	0,0155	0,0229	0,0546
7 / R <sub>7</sub>	–	–	0,0001	0,0049	0,0092	0,0329
8 / R <sub>8</sub>	–	–	–	0,0011	0,0029	0,0184
9 / R <sub>9</sub>	–	–	–	0,0001	0,0006	0,0090
10 / R <sub>10</sub>	–	–	–	–	0,0001	0,0036
11 / R <sub>11</sub>	–	–	–	–	–	0,0010
12 / R <sub>12</sub>	–	–	–	–	–	0,0001
$\Sigma$	1	1	1	1	1	1

оцінки визначають міжбальним кількісним діапазоном, встановленим на рис. 3.14 за даними табл. 3.6.

Для забезпечення можливості застосування не лише графічних, а й аналітичних методів у кваліметрії узагальнених РНД тих, хто

навчається, криві на рис. 3.14 нами було аналітично описано за допомогою відповідних експонентів (табл. 3.7).

Розглянемо ефективність отриманих результатів на такому прикладі. Нехай два абітурієнти, умовно позначені нами А і Б, отримали за підсумками навчання у ЗЗСО певні оцінки, що відображені в їх атестатах (відповідно графі 3 і 5 у табл. 3.8). Причому загальна кількість балів в їх атестатах однакова. Тоді відповідно до нормативів МОН України (які, до речі не мають наукового обґрунтування) вони мають отримати в показниках ЗНО по 190,5 балів кожний.

Вирішимо питання: якими будуть показники ЗНО, якщо ввести в розрахунки «зважені» коефіцієнти бажаності оцінок 12-бальної шкали? Зазначені коефіцієнти подані відповідно у графах 4 і 6 у табл. 3.8.

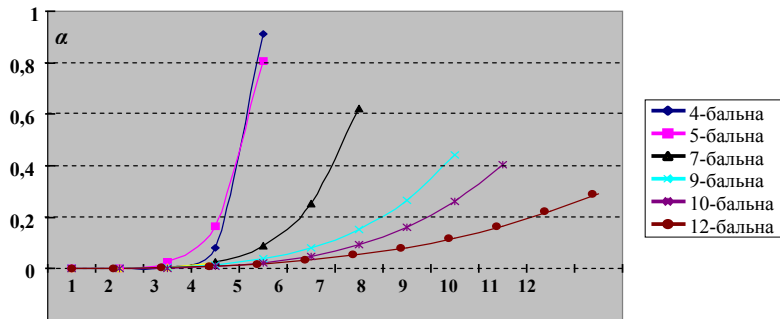


Рис. 3.14. Номограма функцій бажаності основних бальних шкал

Таблиця 3.7

### Аналітичний опис кривих бажаності оцінок найбільш уживаних бальних шкал

Шкала	Аналітичний опис номограми
1	2
4-бальна	$\varphi_{4''}(n) = 7 \cdot 10^{-6} e^{3,0201 \cdot n}$
5-бальна	$\varphi_{ECTS''}(n) = 5 \cdot 10^{-5} e^{1,4363 \cdot n}$
7-бальна (ECTS)	$\varphi_{ECTS''}(n) = 5 \cdot 10^{-5} e^{1,4363 \cdot n}$
9-бальна (стенайнів)	$\varphi_{9''}(n) = 10^{-4} e^{0,976 \cdot n}$
10-бальна (стенів)	$\varphi_{10''}(n) = 10^{-4} e^{0,8785 \cdot n}$
12-бальна	$\varphi_{12''}(n) = 4,1 \cdot 10^{-4} e^{0,6135 \cdot n}$

Таблиця 3.8

**Аналіз ефективності застосування різних методів врахування  
успішності шкільного навчання у показниках ЗНО**

№	Навчальна дисципліна	Абітурієнт А		Абітурієнт Б	
		оцінка атестату	коефіцієнт бажаності оцінки	оцінка атестату	коефіцієнт бажаності оцінки
1	2	3	4	5	6
1	Українська мова	11	0,2228	11	0,2228
2	Українська література	11	0,2228	11	0,2228
3	Світова література	11	0,2228	11	0,2228
4	Англійська мова	11	0,2228	11	0,2228
5	Історія України	10	0,1653	10	0,1653
6	Всесвітня історія	10	0,1653	10	0,1653
7	Економіка	11	0,2228	11	0,2228
8	Людина і світ	11	0,2228	10	0,1653
9	Географія	10	0,1653	10	0,1653
10	Алгебра	11	0,2228	12	0,2921
11	Геометрія	11	0,2228	12	0,2921
12	Астрономія	11	0,2228	12	0,2921
13	Біологія	12	0,2921	12	0,2921
14	Фізика	11	0,2228	12	0,2921
15	Хімія	11	0,2228	10	0,1653
16	Екологія	12	0,2921	11	0,2228
17	Художня культура	12	0,2921	12	0,2921
18	Інформатика	11	0,2228	12	0,2921
19	Технології	11	0,2228	10	0,1653
20	Фізична культура	12	0,2921	10	0,1653
21	Захист Вітчизни	12	0,2921	12	0,2921
Державна підсумкова атестація					
22	Українська мова	7	0,0538	10	0,1653
23	Історія України	12	0,2921	–	–
24	Біологія	12	0,2921	–	–
25	Математика	–	–	11	0,2228
26	Фізика	–	–	11	0,2228
27	Σ	264	5,4908	264	5,4416
28	Середнє значення	11	0,2288	11	0,2267
29	Показник 200-бальної шкали	190,5	156,6	190,5	155,2
30	Середнє геометричне значення	–	0,2189	–	0,2206
31	Показник 200-бальної шкали	–	149,9	–	151,0

З табл. 3.8 бачимо, що за умов простого підсумовування й усереднення коефіцієнтів бажаності кращі показники демонструє абітурієнт А. причому обидва абітурієнти за підсумками шкільного навчання мають отримати показники ЗНО, які суттєво (відповідно на 17,8 % і 18,5 %) відрізняються від тих, що встановлюються згідно з рекомендаціями МОН. Потрібно пам'ятати, що застосований адитивний підхід припускає можливість необмеженої компенсації низьких РНД з однієї навчальної дисципліни високими показниками навченості з іншої, навіть у межах позитивних оцінок шкали.

Якщо застосувати мультиплікативний підхід до визначення підсумків успішності шкільного навчання і знайти відповідно до формули (1.17), більш обережне середнє геометричне значення коефіцієнтів бажаності оцінок, то кращим виявиться абітурієнт Б. А показники ЗНО стануть ще меншими відносно рекомендацій МОН України (відповідно на 21,5 % і 20,7 %).

Такий результат є надзвичайно важливим, оскільки йдеться про дієве виявлення в процесах кваліметрії РНД учнів помилок I–II-го роду. Вкажемо, що в теорії статистики помилкою I-го роду вважають ситуацію, коли «хороший» результат вимірювання помилково сприймають як «поганий» і відкидають. У контексті наших досліджень помилкою I-го роду будемо вважати заниження «хорошого» РНД, а помилкою II-го роду – хибну ситуацію, коли «невисокий» РНД буде помилково завищеним.

Отримані результати дають змогу також дійти висновку щодо можливості поширення розробленої методики дефазифікації якісних оцінок для отримання кількісних інтегрованих оцінок РНД на системно-інформаційну кваліметрію всіх компетенцій, які мають бути сформовані в учнів упродовж навчання (рис. 2.5).

Вкажемо, що якщо орієнтуватися на рекомендації МОН України, то інтегровану оцінку компетентності учня за всім спектром компетенцій, які мають формуватися в нього впродовж періоду навчання (рис. 2.5), можна подати так:

$$\Phi_{C_j} = \prod_{i=1}^{n=6} \Phi_{C_j}^i = \Phi_{C_j}^{OT} \cap \Phi_{C_j}^C \cap \Phi_{C_j}^K \cap \Phi_{C_j}^M \cap \Phi_{C_j}^II \cap \Phi_{C_j}^E, \quad (3.46)$$

де  $\Phi_{C_j}$  – позначка інтегрованої оцінки компетентності  $j$ -го учня ( $C_j$ ) за всім спектром компетенцій;

$\Phi_{C_j}^i$  – загальна позначка оцінки компетентності  $j$ -го учня за  $i$ -ю окремою компетенцією;

$\Phi_{C_j}^{OT}, \Phi_{C_j}^C, \Phi_{C_j}^K, \Phi_{C_j}^M, \Phi_{C_j}^{II}, \Phi_{C_j}^E$  – частинні оцінки компетентності  $j$ -го учня під час демонстрації відповідно операційно-технологічної, соціальної, когнітивної, мотиваційної, поведінкової та етичної компетенцій;



$\cap$  – позначка операції логічного множення (кон'юнкції), що охоплює в інтегрованій оцінці компетентності частинні оцінки саме всіх компетенцій, які демонструє учень.

Як вже було доведено вище, причина застосування кон'юнкції (логічного множення), а не диз'юнкції (логічного складання) полягає в тому, що саме в такому разі обов'язковою постає вимога сформованості в учня будь-якого, нехай самого незначного, рівня компетентності, але з кожної досліджуваної компетенції.

Необхідно зазначити, що для того, щоб формула (3.46) «працювала», необхідно, з одного боку, щоб усі оцінки частинних компетенцій були однорідними, отриманими в тій самій шкалі та мали як кількісне, так і відповідне якісне наповнення, а з іншого – порушується питання знаходження для вказаної операції логічного множення адекватної функції агрегування окремих оцінок.

З огляду на попередні результати поданих вище досліджень, найбільш прийнятним для агрегації частинних оцінок рівнів компетентності учнів необхідно вважати мультиплікативний підхід, який є реалізацією операції логічного множення (3.47) і в контексті наших досліджень уявляється за допомогою функції бажаності Харрінгтона:

$$\Phi_{C_j} = \sqrt[n=6]{\prod_{i=1}^{n=6} \Phi_{C_j^i}} = \sqrt[n=6]{\Phi_{C_j}^{OT} \cdot \Phi_{C_j}^C \cdot \Phi_{C_j}^K \cdot \Phi_{C_j}^M \cdot \Phi_{C_j}^П \cdot \Phi_{C_j}^E} \quad (3.47)$$

Варто наголосити, що знаходження узагальнених показників відповідно до виразу (3.47), належить у системному аналізі до проблем вирішення однокрокових задач прийняття рішень із векторним показником ефективності. Агрегуючі функції виду (3.48) дають змогу отримати кількісний, однозначний, єдиний і універсальний показник сформованого рівня компетентності учнів. З урахуванням також притаманних цій функції властивості адекватності, ефективності та статистичної чутливості, узагальнену функцію бажаності–агрегації (3.48) дійсно можна застосовувати як критерій оптимізації.

Разом з тим, як вже доводилося в підрозділі 2.6, оцінки рівнів компетентності, визначені у 10-бальній шкалі стенів, мають яскраво виражений якісний зміст. Тому реалізація процедури знаходження середнього геометричного частинних бальних оцінок рівнів компетентності учнів, згідно з формулою (3.47), недоречна, оскільки це виходило б за дозволений для шкали стенів спектр математичних перетворень.

Відповідно до особливостей шкал вимірювань у дидактиці, необхідно провести дефазифікацію якісних лінгвістичних бальних оцінок, поставивши їм у відповідність «зважені» коефіцієнти їх бажаності:

$$\Phi_{C_j}^i \rightarrow \alpha_{C_j}^i : 0 \leq \alpha_{C_j}^i \leq 1; \sum_{i=1}^{n=6} \alpha_{C_j}^i = 1 \quad (3.48)$$

У такому разі вираз (3.47) перетвориться на такий:

$$\Phi_{C_j} = n \sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n=6} \alpha_{C_j}^{ik}}, \quad (3.49)$$

де  $\alpha_{C_j}^{ik}$  – коефіцієнт бажаності  $k$ -ї оцінки шкали стенів, яку отримав  $j$ -й учень, демонструючи компетентність з  $i$ -ї компетенції.

Оскільки ступінь прийнятності оцінок 10-бальної шкали стенів має яскраво виражену структуру переваг (див. вираз (3.35)), то найбільш прийнятним для цілей виявлення коефіцієнтів  $\alpha_{C_j}^{ik}$  знову ж постає математичний метод розстановки пріоритетів, результати застосування якого для встановлення коефіцієнтів бажаності всього спектра найбільш відомих бальних шкал подано в табл. 3.6. Багатокрокове застосування цього методу, коли на кожній наступній ітерації значення коефіцієнтів бажаності оцінок шкали стенів уточнюються, дало змогу отримати відповідні результати, які унаочнює рис. 3.15, де № 1–4 – це номери ітерацій застосування методу розстановки пріоритетів. Для подальшого застосування обираємо значення коефіцієнтів бажаності оцінок, що були отримані на 4-й ітерації, оскільки в такому разі отримуємо максимальну їх диференціацію за прийнятої точності обчислень.

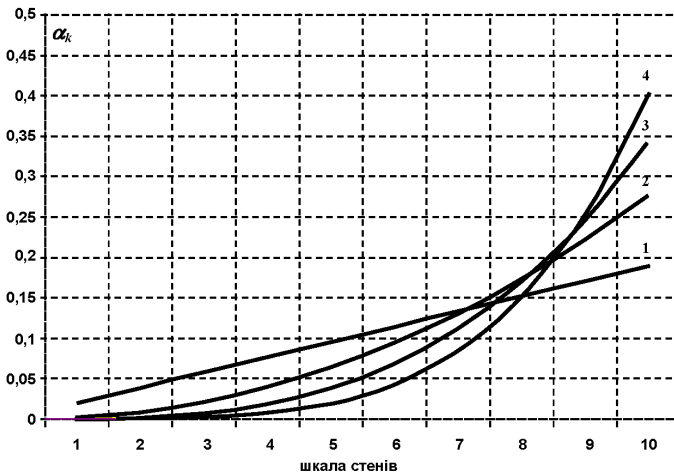


Рис. 3.15. Динаміка ітераційних уточнень значень коефіцієнтів бажаності оцінок шкали стенів

З метою ілюстрації ефективності запропонованої процедури системно-інформаційної кваліметрії узагальної компетентності тих, хто навчається, за вищенаведеною аналогією розглянемо наступний приклад.

Нехай два учні С і D отримали за окремими компетенціями однакові сумарні оцінки відповідної компетентності (табл. 3.9). Однак, якщо перейти від бальних оцінок шкали стенів до відповідних коефіцієнтів бажаності цих оцінок і застосувати адитивний підхід, то побачимо суттєву різницю в показниках узагальної компетентності випробовуваних: середня компетентність учня D у 1,63 раза краща за показники учня С (рис. 3.16).

Таблиця 3.9

**Ефективність застосування коефіцієнтів бажаності стенів і мультиплікативного підходу для визначення інтегрального показника компетентності учнів**

Оцінювана компетенція, k	Результати оцінювання компетентності			
	Учень С		Учень D	
	Оцінка у стенах	Коефіцієнт бажаності оцінки, $\alpha_{\tilde{T}_k}$	Оцінка у стенах	Коефіцієнт бажаності оцінки, $\alpha_{\tilde{T}_k}$
1	2	3	4	5
Операційно-технологічна	6	0,0486	10	0,4029
Соціальна	5	0,0229	8	0,1600
Когнітивна	9	0,2606	9	0,2606
Мотиваційна	6	0,0486	4	0,0092
Поведінкова	6	0,0486	4	0,0092
Етична	7	0,0921	4	0,0092
$\Sigma$	39	0,5214	39	0,8511
Середнє значення узагальної компетенції	–	0,0869	–	0,1419
Середнє геометричне узагальної компетенції	–	0,0631	–	0,0485

Адитивний підхід, який було застосовано під час обчислення середніх значень рівнів компетентностей учнів, передбачає можливість компенсації малих значень одних показників компетентностей великими значеннями інших. Безумовно, більш обережним є мультиплікативний підхід. З табл. 3.9 та рис. 3.16 стає зрозуміло, що вже узагальнений показник компетентності учня С, у ролі якого ми приймаємо середнє геометричне частинних показників рівнів компетентностей учнів за

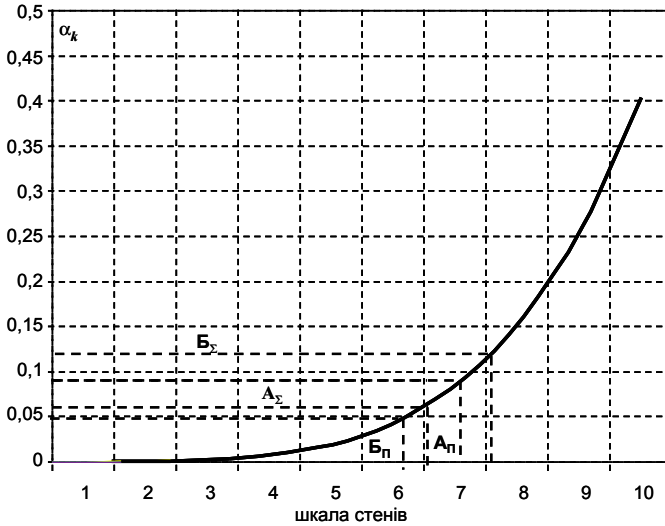


Рис. 3.16. Порівняльний аналіз інтегрованих рівнів компетентностей учнів у процесі застосування адитивного та мультиплікативного підходів до їх визначення

досліджуваними компетенціями, переважає на 30 % відповідний показник учня D. Таким чином, знову повертаємося до розв'язання проблеми запобігання так званої помилки I-го роду, коли умовно відкидається дійсно прийнятне значення інтегрованого показника компетентності, тобто його можливе штучне заниження.

### 3.6. Розробка та застосування нечітких моделей управління навчально-виховним процесом

Результати досліджень вітчизняних учених з удосконалення НВП в умовах запровадження кредитно-модульної системи його організації та застосування об'єктивного тестового контролю знань позитивно впливають на цей процес [198; 498]. Однак донедавна лише одне дослідження було присвячене питанням визначення обсягу навчального навантаження [406], який наразі встановлюється, відповідно до досвіду педагогічних працівників. Не враховується складність навчальної дисципліни з точки зору ставлення тих, хто навчається, до можливості самостійного опанування нею та їх ставлення до дисципліни з погляду її значущості для них [340]. Тобто мотивацію учнів на відвідування занять не було

досліджено. Вищезазначене створює хибні ланки в ланцюгу розвитку педагогічної науки й удосконалення НВП. Однак необхідно зазначити, що сформульовану проблему досі не розв'язано і в інших країнах, що приєдналися до Болонського процесу.

Цю проблему можна розв'язати за допомогою кваліметрії ставлення тих, хто навчається, до можливих пропусків занять, використовуючи методи лінгвістичних змінних і нечітких множин [64; 314; 336; 348; 382; 431]. Дієвість цих методів підтвердили результати досліджень [198; 406; 430; 432; 497], які було розглянуто вище.

Нехай учень приймає рішення щодо відвідування/пропуску заняття з певної навчальної дисципліни, враховуючи можливість самостійного опанування відповідним навчальним матеріалом. Інші чинники такого рішення (психологічний конфлікт (несумісність) з учителем або недостатній рівень педагогічної майстерності останнього, що знижує мотивацію на відвідування заняття, або низький рівень готовності учня до практичного заняття – семінару, лабораторної роботи, рубіжного контролю тощо) ми свідомо не розглядаємо, враховуючи, що для успішного навчання необхідною умовою постає самостійне опанування матеріалом заняття, яке було пропущено.

Ураховуючи матеріали підрозділу 3.2, побудова функцій належності лінгвістичної змінної «рівень пропусків занять (РПЗ)» як моделі виявлення ставлення до складності та значущості навчальної дисципліни, що враховує можливість самостійного опанування відповідним навчальним матеріалом, полягає в наступному. Нехай певним чином вдалося встановити «припустимий», на думку тих, хто навчається, рівень пропусків занять. Його наявність чи відсутність буде підставою для обґрунтованої гармонізації та інтенсифікації навчального процесу. Орієнтуючись на праці [148; 238; 314; 407; 431; 463; 516] і матеріали підрозділу 3.2, ми взяли за основу два атомарних терми – «високий» та «низький» РПЗ, застосували модифікатор «дуже», логічні операції «розтягнення» і «концентрації» та сформуваємо терм-множину лінгвістичної змінної «РПЗ», що визначає якісну шкалу оцінювання:

$$T^M(\text{РПЗ}) = \begin{matrix} \tilde{R}_{ДВ} & \tilde{R}_B & \tilde{R}_C \\ \text{дуже високий} + \text{високий} + \text{середній (як у більшості)} + \\ \tilde{R}_H & \tilde{R}_{ДН} & \\ \text{+ низький} + \text{дуже низький} \end{matrix} \quad (3.50)$$

«Середній» рівень пропусків занять відповідає уявленню окремого опитуваного щодо пропусків занять, які зазвичай відбуваються у більшості учнів.

Відповідні терми шкали (3.51) тривіально впорядковуються:

$$\tilde{R}_{ДН} \succ \tilde{R}_H \succ \tilde{R}_C \succ \tilde{R}_B \succ \tilde{R}_{ДВ}. \quad (3.51)$$

Позначимо кожне кількісне значення пропусків занять як  $t$  ( $t \in T$ , де  $T$  – генеральна множина можливих пропусків занять з певної навчальної дисципліни, що в граничному варіанті дорівнює нормативному обсягу аудиторних занять). Ступінь впевненості в належності  $t$  до  $i$ -го нечіткого рангу  $R_i$  ( $i = \overline{1, n} = 5$ ,  $n$  – розмірність шкали оцінювання) лінгвістичної змінної «РПЗ» визначається значенням відповідної функції належності  $\mu_{R_i}(t)$  (рис. 3.17), загальні властивості якої ми докладно розглядали вище. Отже, постає питання якісного оцінювання виміряного значення  $t$  як аргументу функції належності  $\mu_{R_i}(t)$  через її значення.

З метою аналізу функції належності знову звертаємося до «точки переходу» [148]. Тоді, якщо  $\mu_{R_i}(t) \leq 0,5$ , то будемо вважати, що конкретне значення пропусків занять  $t$  скоріше не належить  $i$ -му терму – якісній характеристиці  $R_i$ ; якщо  $\mu_{R_i}(t) > 0,5$ , то скоріше належить. Абсолютної впевненості відповідного висновку досягають за значень функцій належності, які не менші за 0,9 (точки  $E, F$  на рис. 3.17).

Розв'язуючи на прикладі рис. 3.17 питання гармонізації обсягу навчальних занять шляхом його перерозподілу в бік самостійних (чи навпаки – аудиторних) занять, обираємо максимально допустимою та обґрунтованою величиною такого зменшення  $t_{max} \leq T_F$  год, оскільки в такому разі ми орієнтуємося на розумові здібності більшості учнів. Однак більш привабливою, на нашу думку, необхідно вважати величину пропусків  $t_{opt} \leq T_E$  год.

Оскільки, на відміну від ЗЗСО, у ЗВО тривалість вивчення навчальних дисциплін обмежується, зазвичай одним семестром, то розглянемо для зручності дієвість та ефективність наших пропозицій на прикладі побудови функцій належності лінгвістичної змінної «РПЗ» саме для студентів закладів вищої освіти.

Отже, під час проведення досліджень 134 студентам було запропоновано диференціювати за шкалою (3.51) конкретні обсяги пропусків аудиторних занять з їх континууму, визначеному навчальним планом для кожної навчальної дисципліни, яку вони вивчали впродовж семестру. Причому їх увагу акцентували на аналізі можливих пропусків з точки зору самоактуалізації для самостійного опанування конкретною навчальною дисципліною. Зразок збору відповідної інформації ілюструє рис. 3.18.



Рис. 3.18. Зразок збору експертної інформації для побудови нечіткої моделі прийняття рішень щодо можливих пропусків занять з навчальної дисципліни «Основи професійної підготовки»

Оскільки збір експертної інформації відбувався методом визначення «точки на шкалі параметру», то для побудови відповідних функцій належності було застосовано той самий метод, що базується на «матриці підказок» і який реалізовано в попередніх підрозділах розділу 3. Опускаючи проміжні обчислення, звернемося до отриманих експериментальних моделей (рис. 3.19).

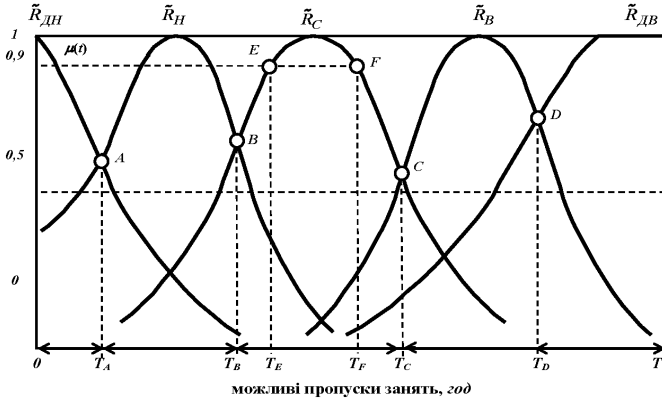


Рис. 3.19. Гіпотетичні функції належності лінгвістичної змінної «РПЗ» як нечіткої моделі встановлення критеріїв перерозподілу обсягу навчального навантаження

З огляду на емпіричні функції належності на рис. 3.20, стає зрозуміло, що:

- 1) жодна функція належності не поглинула іншу;
- 2) не буває випадків, щоб два максимуми функцій належності сусідніх термів опинилися в одному інтервалі пропусків занять;
- 3) точки перетину функцій належності сусідніх термів досліджуваної лінгвістичної змінної ( $A, B, C, D$ ) мають значення функції належності, більші за величину точки переходу.

Вищенаведене означає, що студенти чітко розпізнають та розрізняють кількісно-якісні оцінки пропусків занять. Відповідні кількісні інтервали пропусків занять, що знаходяться між точками перетину функцій належності сусідніх термів, «скоріше належать» певним термам – якісним оцінкам. Отже, для досліджуваної навчальної дисципліни маємо такі «нормативи» пропусків занять:

0 год	< дуже низький рівень пропусків занять	$\leq 4$ год;
4 год	< низький рівень пропусків занять	$\leq 7,5$ год;
7,5 год	< рівень пропусків занять як у більшості	$\leq 16,4$ год;
16,4 год	< високий рівень пропусків занять	$\leq 23,3$ год;
	дуже високий рівень пропусків занять	$> 23,3$ год

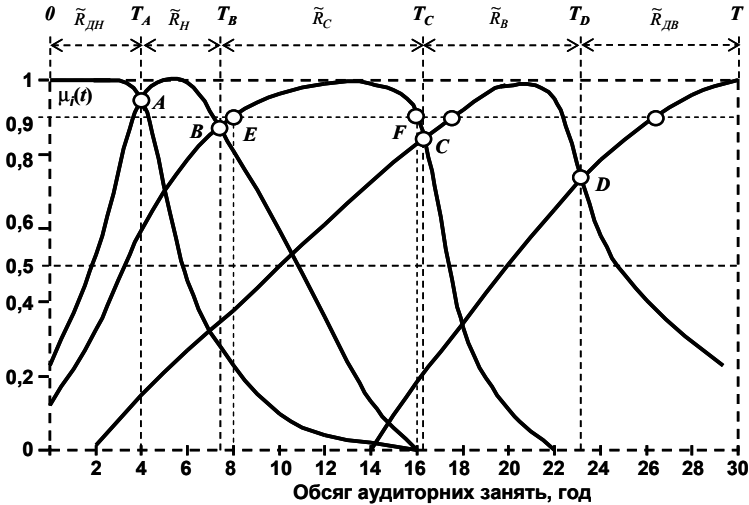


Рис. 3.19. Функції належності лінгвістичної змінної «РПЗ» як нечіткі моделі прийняття рішень щодо гармонізації обсягу навчального навантаження студентів-авіадиспетчерів з навчальної дисципліни «Основи професійної

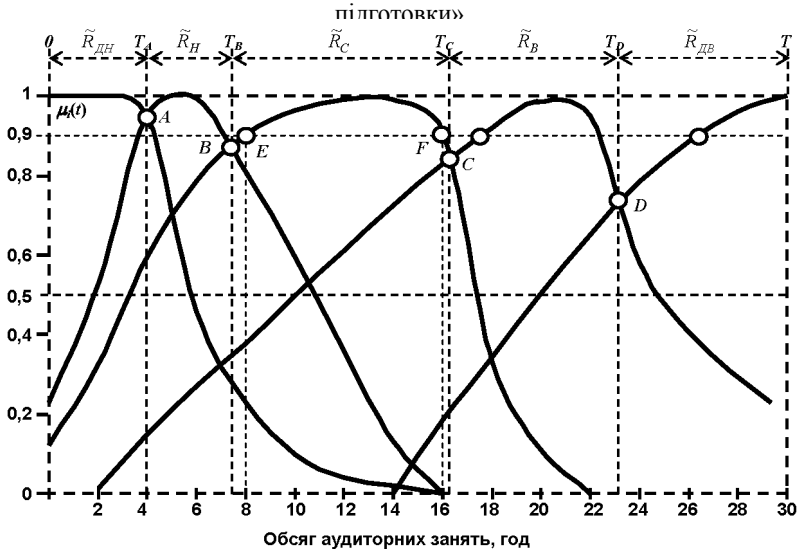


Рис. 3.20. Функції належності лінгвістичної змінної «рівень пропусків занять» як нечіткі моделі прийняття рішень щодо гармонізації обсягу навчального навантаження студентів-авіадиспетчерів з навчальної дисципліни «Основи педагогіки і професійної підготовки»



Таблиця 3.10

**Попередні рекомендації щодо гармонізації обсягів аудиторних  
занять студентів-авіадиспетчерів**

№	Навчальна дисципліна	Обсяг аудиторних занять, год		
		Нормативний	Рекомендований для гармонізації навчального навантаження	
			Максимальний	Оптимальний
1	2	3	4	5
1	Професійно-орієнтована англійська мова	70	10	6
2	Основи екології	28	12	8
3	Авіаційна метеорологія	18	8	4
4	Теорія управління	28	14	8
5	Релігієзнавство	18	16	12
6	Основи педагогіки і професійної підготовки	30	16	8
7	Людський фактор	24	12	9
8	Управління повітряним рухом	50	8	4
9	Відвернення авіаційних пригод при обслуговуванні повітряного руху	30	8	4
10	Технологія роботи авіадиспетчерів	34	6	3
11	Спецкурс з обслуговування повітряного руху	22	6	3
12	<b>Середнє значення</b>	32	10,5	6,3
13	<b>%</b>	100	33,0	19,6

Якщо йдеться про гармонізацію навчального навантаження з дисципліни «Основи педагогіки і професійної підготовки», то з узагальнених думок студентів стає зрозумілою обґрунтована рекомендація про можливість перерозподілу аудиторних занять у межах 8–16 год (*точки E, F на рис. 3.20*). Упевненість щодо ґрунтовності зазначеного результату буде відповідати значенням функції належності 0,9.

За аналогією отримано та подано в табл. 3.10 рекомендації щодо гармонізації навчального навантаження студентів з усього спектру дисциплін, які вони вивчали впродовж семестру.

Відповідно до отриманих результатів (*табл. 3.10*) і співбесід з респондентами можна констатувати, що вони вважають, що за наявного навчально-методичного забезпечення майже п'яту частину аудиторного навантаження можна відвести для самостійного навчання. Якщо йдеться про додаткове методичне забезпечення, то цей перерозподіл може зрости

майже у 1,67 раза. Однак більш цікавими є думки студентів щодо навчального навантаження з дисциплін, які формують у них знання, уміння та навички, необхідні для майбутньої професійної діяльності (*навчальні дисципліни № 1, 3, 8–10 в табл. 3.10*). У такому разі розглянуті усереднені показники перерозподілу навчального навантаження зменшуються майже вдвічі: до 10,3 % за умови застосування наявного навчально-методичного забезпечення і до 19,6 % за умови розроблення додаткового навчально-методичного забезпечення.

Отже, у процесі обґрунтування навчальних технологій для суб'єктів навчання потрібно враховувати об'єктивну закономірність щодо співвідношення між часом аудиторного навчання та самостійною роботою, а також повне навчальне навантаження учнів для засвоєння сукупності знань з певної навчальної дисципліни. Причому об'єктивно виявлений резерв можливостей для студентів-авіадиспетчерів відкриває, за аналогією, перспективи для інтенсифікації навчального процесу у ЗЗСО шляхом введення додаткових елементів у програми навчання, що буде позитивно впливати на навченість учнів. Отримані за допомогою вищезазначеного способу результати було покладено в розроблену субмодель управління НВП (*рис. 3.21*).

Звертаючись до методології нечіткої математики [49; 63; 64; 96; 148; 238; 314; 336; 409; 356; 491], необхідно вказати на ще один напрям її застосування для управління НВП:

1) мета управління формулюється в якісних оцінках;

2) управління НВП є багатокроковим і має нестохастичний характер, а зміст кожного кроку та його наслідки важко визначити апріорно.

З огляду на вищезазначене, формалізацію та вдосконалення процесів управління НВП, як доведено у працях [198; 204; 320; 379; 405; 407], доцільно здійснювати в термінах нечітких множин.

За допомогою експерименту встановлено, що нечітке управління за умови коректного його використання забезпечує кращі результати ніж під час застосування загальноприйнятих чітких алгоритмів управління [26; 64; 96; 99].

Нехай управління НВП здійснюється за неузгодженістю поточних і цільових результатів. Залежно від величини цієї неузгодженості (*рис. 3.22*), яка визначається відповідною лінгвістичною шкалою:

$$T^M (\text{відхилення}) = \begin{matrix} \tilde{R}_{DM} & \tilde{R}_M & \tilde{R}_C & \tilde{R}_B & \tilde{D}_B \\ \text{дуже мале} + \text{мале} + \text{середнє} + \text{високе} + \text{дуже високе} \end{matrix} \quad (3.52)$$

вводять керуючі впливи для її зменшення чи виключення. Тоді мету управління НВП вбачають як гарантований стан навченості, в який мають перейти

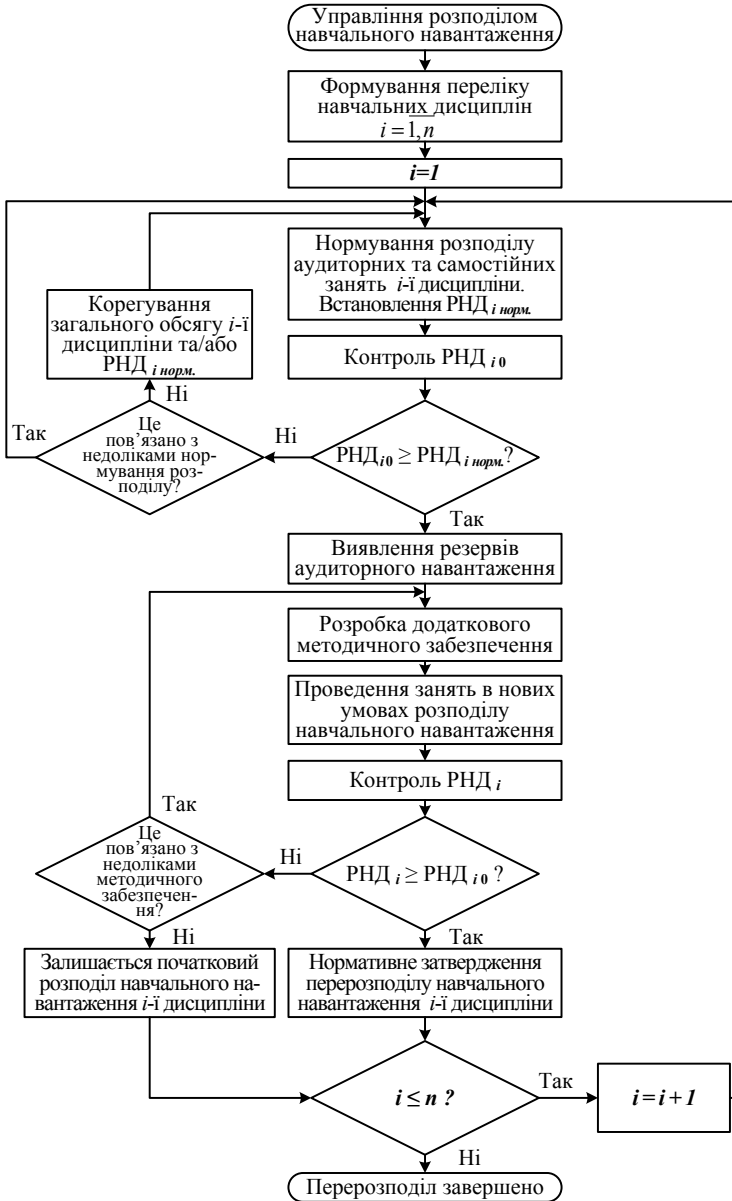


Рис. 3.21. Субмодель управління розподілом навчального навантаження з урахуванням можливих резервів аудиторних занять

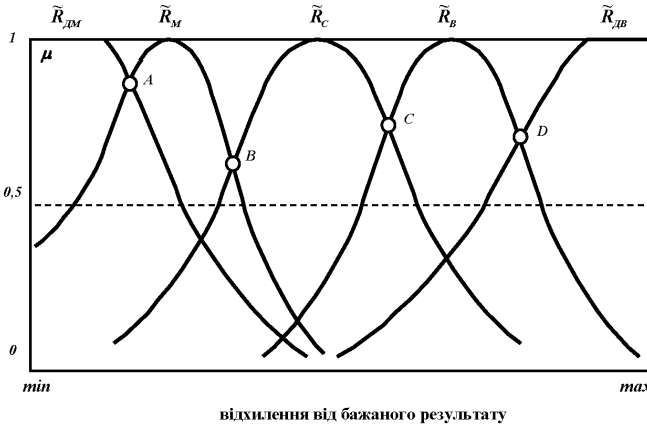


Рис. 3.22. Гіпотетичні функції належності лінгвістичної змінної «відхилення діяльності від нормативної»

учні в результаті навчального та психолого-виховного впливу під час управління НВП [206].

НВП умовно розділяють на низку проміжних станів. Ми будемо характеризувати його реалізацію переходом з одного стану в інший. Приймаємо, що:

$Y = \{y\}$  – множина можливих навчальних станів учнів як об'єкта управління. Цю множину визначають бально-рейтинговою оцінкою РНД учня з кожної дисципліни, яку він вивчає;

$C_i \{y, \mu_{C_i}(y)\}$ ;  $C_i \in Y$  – нечітка множина цілей навчання для  $i$ -го стану учня, яка визначається нестійкістю основної навчальної домінанти, нечіткістю уявлення учнем особистого рівня домагань, недостатнім мотиваційним рівнем і нечіткою сформованістю уявлення щодо важливості окремої навчальної дисципліни;

$\tilde{R}_{ДМ}$  – дуже мале;  $\tilde{R}_М$  – мале;  $\tilde{R}_С$  – не дуже велике і не дуже мале;  $\tilde{R}_В$  – велике;  $\tilde{R}_{ДВ}$  – дуже велике;

$\mu_{C_i}(y)$  – функція належності певного стану  $y$  до нечіткої множини  $C_i$ , що характеризує ступінь відповідності  $i$ -го стану навченості встановленій нормі;

$X = \{x\}$  – множина можливих впливів управління, яку визначає функціонування як загальної моделі на рис. 2.5, так і субмоделей на рис. 3.21, 3.22;

$\tilde{A}_i \{x, \mu_{\tilde{A}_i}(x)\}_{\tilde{A}_i \in X}$  – нечітка множина керуючих впливів, що допускаються для  $i$ -го стану тих, хто навчається;

$\mu_{\tilde{A}_i}(x)$  – функція належності обмеження  $x$  до нечіткої множини

$\tilde{A}_i$ , що визначає допустимість введення керуючого впливу для переведу учнів з  $i$ -го навчального стану у стан  $(i+1)$ .

Зв'язок між станами учнів як об'єкта управління та можливими для них керуючими впливами з боку педагогічних працівників можна описати нечітким відношенням:

$$R: Y \times X. \quad (3.53)$$

Нечітке відношення  $R$  містить нечітку множину:

$$R\{(y, x)_{(y, x) \in Y \times X}, \mu_R(y, x)\}, \quad (3.54)$$

де  $\mu_R(y, x)$  – функція належності пари  $(y, x)$  нечіткої множини  $R$ , що характеризує ефективність використання можливих керуючих дій для можливих станів навченості.

У теорії нечітких множин оптимальну керуючу дію визначають як перетин нечітких множин обмежень і цілей. Причому нечітку множину обмежень (множина керуючих впливів, що допускаються) задають на множині  $X$ . Для кожного моменту навчання допустимими є лише визначені керуючі впливи.

Нечітку множину цілей  $C_i$  задають на множині станів  $Y$ . Для того, щоб знайти перетин цих множин обмежень і цілей, необхідно знайти відображення чи прообраз  $C_i \in Y$  на множині  $X$ , де задано нечітку множину обмежень.

Прообраз  $C_i^X$  є нечіткою множиною:

$$C_i^X = \{x, \mu_{\theta_i}^X(X)\}, \quad (3.55)$$

де  $\mu_{\theta_i}^X(X)$  – функція належності  $x$  до нечіткої множини  $C_i^X$ , що характеризує доцільність введення керуючого впливу для  $i$ -го стану навченості.

Для введених позначень маємо:

$$\begin{cases} N = \{(y, x)_{(y, x) \in Y \times X}, \mu_R(y, x)\} \\ N_X = \{y_{y \in Y}, (y, x) \in N\} \\ X^0 = \{x_{x \in X}, N_x \neq \emptyset\} \end{cases} \quad (3.56)$$

Нечітку множину  $C_i^X$  описують такою функцією належності:

$$\mu_{C_i^X}(x) = \begin{cases} \inf \mu_{C_i^X}(y), & x \in X^0 \\ 1, & x \in X / X^0. \end{cases} \quad (3.57)$$

Якщо  $C_i^X$  є прообразом у  $X$  множини цілей  $C$ , то нечітку множину оптимальних керуючих дій визначають як перетин  $\tilde{A}_i$  і нечіткої множини  $A_i$ :

$$D_i = \tilde{A}_i \cap C_i^X, \quad (3.58)$$

де  $D_i = \{x, \mu_{D_i}(x)\}$  – нечітка множина оптимальних впливів керування для  $i$ -го стану навченості учнів;

$\mu_{D_i}(x)$  – функція належності впливів керування до нечіткої множини  $D_i$ , що характеризує оптимальність введення дій керування для  $i$ -го стану. Операції перетину відповідає такий вираз:

$$\mu_{D_i}(x) = \min\{\mu_{\tilde{A}_i}(x), \mu_{C_i^X}(x)\}. \quad (3.59)$$

З формул (3.52), (3.53) отримуємо функцію належності керуючих дій:

$$\mu_{D_i}(x) = \begin{cases} \min\{\mu_{\tilde{A}_i}(x), \mu_{C_i^X}(x)\}, & x \in X^0 \\ \mu_{\tilde{A}_i}(x), & x \in X / X^0 \end{cases}. \quad (3.60)$$

Для  $i$ -го стану навченості необхідно ввести керуючий вплив, обравши його з нечіткої множини оптимальних впливів. Це має бути така керуюча дія  $x_{opt}$ , що має найбільше значення функції належності  $\mu_{D_i}(x_{opt})$ .

Функцію відповідності значення  $j$ -го компонента у нормам навченості визначають так:

$$\mu_{C_i^j}(y) = 1 - \frac{|y_j - y_{ji}|}{y_{ji}}, \quad (3.61)$$

де  $y_j$  – значення  $j$ -го компонента  $y$ ;

$y_{ji}$  – значення  $j$ -го компонента норми діяльності  $y_{ju}$ .

Функцію відповідності стану учнів нормам навченості  $y$  визначають за допомогою використання принципу узагальнення [96; 185; 198; 407]:

$$\mu_{C_i}(y) = \min\{\mu_{C_i^1}(y_1), \mu_{C_i^2}(y_2), \dots, \mu_{C_i^n}(y_n)\}, \quad (3.62)$$

де  $\mu_{C_i^j}(y_j)$  – функція відповідності значення  $j$ -го компонента у нормам діяльності  $y_{ji}$ .

Отже, відповідно до отриманих результатів, можна дійти узагальненого висновку про те, що нами розроблено теоретичну модель і критерій якості управління НВП, який потрібно було визначити. Мета управління полягає в максимізації  $\mu_{C_i^j}(y_j)$ , тобто в наближенні стану учнів до встановлених норм навченості.

## Висновки до розділу 3

Узагальнюючи отримані та подані в розділі 3 нові наукові результати, необхідно констатувати наступне.

1. Встановлено, що особливістю статистично-імовірнісних моделей кваліметрії знань є орієнтація на чітке визначення закону поділу результатів навчання, у більшості випадків – нормальний. Однак цей підхід не враховує негативний вплив багатьох об'єктивних та суб'єктивних чинників, пов'язаних із проблемами надійного узгодження РНД у різних оціночних системах, з особливістю формулювання тестових завдань та їх складністю, а також з особливістю формування вибірки випробуваних. Для їх усунення необхідним постає застосування в процесах кваліметрії РНД методів нечіткої математики.

2. Розроблено обґрунтування та механізм подання балів оціночних шкал (4-бальної, 5-бальної, шкали ECTS, 9-бальної, 10-бальної, 12-бальної) як лінгвістичних змінних та побудовано їх терм-множини. Це забезпечує якісну оцінку знань учнів, а також їх мотиваційне заохочення на покращення результатів навчання.

3. Обґрунтовано, що для побудови функцій належності лінгвістичних змінних «РНД» для різних шкал доцільно використовувати абсолютну 100-бальну шкалу континууму знань. Розроблено інструментарій оцінки тестових завдань на відповідність «ідеальному» континууму знань за критеріями складності та дискримінативності.

4. Побудовано нечіткі емпіричні кваліметричні моделі РНД для 10-бальної шкали стенів і 12-бальної шкали. Розроблено механізм переходу з однієї шкали в іншу через відповідні проценти, а також надано рекомендації щодо узгодженості кваліметричних результатів РНД із визначеним рівнем надійності.

5. Розроблено механізм отримання інтегрованої оцінки РНД шляхом застосування мультиплікативної функції агрегації Харрінгтона. Здійснено дефазифікацію оцінок бальних шкал шляхом надання їм коефіцієнтів бажаності за допомогою методу розстановки пріоритетів. Це дає змогу уникати помилок I-го роду (заниження оцінок) та II-го другого роду (завищення оцінок) у процесі кваліметрії знань учнів.

6. Уперше запропоновано та реалізовано процедури кваліметричної оцінки в стенах рівнів компетентностей тих, хто навчається, за усім спектром компетенцій, які мають формуватися в них упродовж навчання у ЗЗСО і ЗВО, що надало змогу всебічно їх оцінити. Однорідні оцінки, пристосовані для будь-яких математичних перетворень, було отримано шляхом допомогою привласнення стенам відповідних коефіцієнтів бажаності. Реалізовано механізм застосування інтегральної оцінки рівня

компетентності учнів за допомогою тієї самої мультиплікативної функції бажаності Харрінгтона. Доведено його ефективність у профілактиці помилок I–II-го роду у кваліметричних оцінках РНД.

7. Розроблено кваліметричну модель врахування в управлінні НВП ставлення студентів до пропусків занять, на підставі чого було розроблено універсальну для ЗЗСО та ЗВО субмодель управління розподілом навчального навантаження з урахуванням можливих резервів аудиторних занять і субмодель управління НВП за показниками ризику опанування/неопанування навчальними дисциплінами.

8. Розроблено нечітку теоретичну модель і критерій якості управління НВП, що враховує нечітку множину оптимальних керуючих впливів, нечітку множину цілей, нечітку множину обмежень і налаштовується на поточний стан результатів навчання.



## **РОЗДІЛ 4. МЕТОДОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ТА ВИКОРИСТАННЯ КВАЛІМЕТРИЧНИХ МОТИВАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ В УПРАВЛІННІ НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНИМ ПРОЦЕСОМ**

### **4.1. Обґрунтування системи мотивів учасників навчально-виховного процесу**

Повільні темпи економічного розвитку нашої країни та невпевненість у завтрашньому дні призводять до хибного ставлення певного прошарку учнів до навчання. Зазначена ситуація набула таких масштабів, що стала проблемою державного рівня. З огляду на це, провідні фахівці МОН України зазначають, що одним із кроків подолання недоліків чинної освітянської системи має стати «підвищення мотивації учасників НВП та зменшення пропусків занять» [307]. З метою забезпечення ефективного управління НВП цю мотивацію необхідно певним чином виміряти, причому в добре зрозумілих показниках.

Проблеми мотивації та недисциплінованості розглядали вітчизняні та зарубіжні дослідники, серед яких П. Анохін, С. Занюк, В. Ковальов, О. Леонтєв, Р. Немов, Ю. Синягін, Л. Проколієнко, С. Рубінштейн, Х. Хекхаузен та ін. Вітчизняним науковцям належить пріоритет щодо виявлення, з урахуванням мотиваційного компонента, основних навчальних домінант учнів у прийнятті рішень як характеристики ризику в навчальній діяльності, а також рівнів домагань на показниках НВП [132; 133; 175; 198; 384; 406; 419; 423; 425; 426].

Існують психологічні задачі, що стоять перед учнями в детермінованих умовах, розв'язання яких неможливе «всередині» особистості. Однією з них є вибір мотиву діяльності. Наприклад, у працях О. Леонтєва виникнення особистості пов'язують з появою подвійної, конфліктної мотивації та її подальшим підпорядкуванням діяльності. Науковець зазначає, що «конфліктні ситуації, які виникають, не вирішуються “арифметичним” складанням векторів, мотиви не діють автоматично, їхня дія опосередкована процесом психічної орієнтації. Особистість проявляється там, де вона вступає в активні відносини зі своїми вродженими та набутими властивостями, бажаннями та спонуканнями, ситуативними мотивами та починає співвідносити їх з більш широким контекстом, постає перед задачею вибору, необхідністю подолання, придушення певного спонукання заради інших цілей і мотивів» [258–260].

Отже, вибір мотивів діяльності є одним із головних моментів регуляції особистості та може розглядатися як елементарна одиниця її активності. У психології існують різні підходи до розв'язання цієї проблеми. Першу групу становлять концепції, де вибір мотивів визначають як раціональний процес. Цю точку зору виразно подано в теоріях прийняття рішень, когнітивній психології, а також праксеології [129; 154; 159; 228; 258–261; 490; 507]. Вони будуються на засадах формальних моделей прийняття рішень (*підрозділ 2.3*). Структура вибору зводиться до пошуку оптимального варіанта з можливих альтернатив. Вищезазначену раціональність розуміють по-різному. Незмінним залишається характер процесу прийняття рішень, який здійснюється у формі логічних міркувань. Важливо зазначити, що вибір зводиться до прийняття рішення, що завершується виконанням дій.

Наприклад, Ю. Козелецький виділив чотири етапи в процесі прийняття рішень [228], які можна адаптувати і впроваджувати у НВП шляхом:

- 1) створення суб'єктивного уявлення про задачу;
- 2) оцінювання наслідків прийняття альтернативних рішень;
- 3) прогнозування педагогічних умов, які визначають ефективність під час прийняття альтернативних рішень;
- 4) прийняття рішень на основі вибору з розглянутих альтернатив.

Формування суб'єктивного бачення учнем задачі прийняття рішень, яку потрібно розв'язати в процесі навчання, може відбуватися, якщо вона буде актуальною, тобто цікавою для нього, належать до сфери його інтересів, обов'язків, амбіцій тощо. Учень може свідомо прийняти задачу, якщо її розв'язання сприятиме самовдосконаленню або задоволенню потреб будь-якого рівня (від фізіологічного, безпеки, афіліації до самоактуалізації). Зрозуміло, що рівень потреб учня залежить від рівня розвитку інтелекту.

Прийняття рішень спрямовано на досягнення результату, успіху в кінцевій діяльності. Успіх у будь-якій сфері діяльності залежить не лише від знань, здібностей і навичок, а й від мотивації досягнень. Рівень мотивації під час діяльності та прийняття рішень учнем визначається значущістю досягнення успіху, сподіванням на успіх (шансом), а також суб'єктивною оцінкою шансів (імовірності) успіху. Учень з мотивацією досягнення успіху буде намагатися знайти оптимальний варіант розв'язання проблеми. Учні з високою мотивацією успіху вирізняються:

- 1) прагненням досягти високих результатів;
- 2) прагненням робити все якнайкраще;
- 3) вибором складних завдань і бажанням їх виконувати;
- 4) прагненням удосконалювати власну навчальну майстерність.

Старшокласники з мотивацією уникнення невдачі обирають більш прості способи досягнення успіху [228].

Досліджуючи питання мотивації, Т. Томашевський дійшов висновку, що в діяльності проявляються п'ять головних мотивів: *вигода, безпека, зручність, задоволення та нівелювання* у трудовому колективі [236; 507]. З їх спектру найбільш прийнятним в контексті досліджень [198; 228; 458; 461; 528] є *мотив задоволення*, що виявляється в отриманні задоволення від результату та процесу навчальної діяльності. Таке задоволення може виникати від досягнутого результату або бути опосередковане внеском, що робить певний результат для досягнення більш далекої цілі (наприклад, вивчення учнем складної дисципліни та отримання за це найвищого балу).

Привабливість мотиву задоволення полягає в його явному зв'язку з таким критерієм цілеспрямованої поведінки систем вироблення рішень, як критерій споживання. Це відкриває перспективи для застосування методології теорії споживання, теорії задоволення та теорії корисності [218; 228; 272; 314; 412; 577; 501; 520 та ін.] для побудови й аналізу оцінних функцій корисності для розв'язання закритих і відкритих задач прийняття рішень.

Таким чином, ми визначили об'єктивні причини посилення окремих мотивів, а також деякі психологічні ефекти, що виникають під впливом мотивації. Розглянуті мотиви притаманні навчальній діяльності учнів, однак їхня роль і питома вага в системі мотивів є винятково індивідуальними. Ієрархія мотивів разом з ієрархією потреб відображає динамічне ядро особистості, яке визначають як її спрямованість. Показником місця певного мотиву в мотивації є його сила. Тому в процесі аналізу поведінки учнів потрібно виявляти не лише домінуючі мотиви, а й їхню відносну силу, виділяти мотив більшої інтенсивності.

НВП є досить багатограним, а його ефективність залежить не лише від матеріально-технічного і методичного забезпечення, професійного рівня викладацького складу та здібностей учнів, а й від мотивації його учасників. Ефективність діяльності вчителя в сучасних умовах залежить від психологічної установки на учня як суб'єкта навчальної діяльності, якому властива відповідна структура мотиваційної сфери. Характер потреб і мотивів, на думку Т. Дубовицької, що є основою будь-якої діяльності (зокрема навчальної), визначає напрям і зміст активності особистості [131].

У науковій літературі проблеми мотивації вивчають чимало дослідників, зокрема: З. Фрейд – як задоволення; П. Анохін – як функціональні потреби; О. Леонтьєв – як матеріальні чи ідеальні потреби; С. Рубінштейн – як потреби, інтереси, ідеали; В. Мясищев – як вищі соціальні потреби [258–261; 313; 443; 505 та ін.].

З точки зору вдосконалення НВП, на нашу думку, важливими є пропозиції В. Ковальова щодо класифікації професійних мотивів. Джерела їх виникнення поділяють на соціальні, колективні, процесуальні та

стимулюючі. Ми також вважаємо, що для стійкої ефективної діяльності (зокрема навчальної) необхідними є [224]:

- 1) розвинений зміст мотивів діяльності;
- 2) достатня сила мотивів;
- 3) певна структура (наявність вищезазначених груп мотивів);
- 4) стійкість мотивів;
- 5) певна ієрархія мотивів, де взаємна заміна місць колективних і

процесуальних мотивів не призводить до зміни ефективності діяльності, що відповідає одному з головних критеріїв цілеспрямованої поведінки.

Іноді навчальна діяльність може бути мотивованою однією групою мотивів. Це впливає на її ефективність і стійкість. Таким чином, мотивація у навчальному процесі – це біполярне явище, що можна оцінити (дослідити) структуру мотивів діяльності, ступінь їхньої стійкості та розвиненості [470]. Кращих результатів можна досягти, якщо пов'язувати мотивацію учасників НВП з його характеристиками [154; 244; 313].

Однією з проблем становлення особистості старшокласника є його адаптація до умов навчання, тому що ускладнення, які пов'язані з організацією навчального процесу, можуть бути фрустраційним фактором. Це виявляється у складних проблемних ситуаціях (об'єктивних або сприйнятих такими), які впливають на структуру самосвідомості та такі її компоненти, як рівень домагань і самооцінка. Варто звернути увагу на твердження К. Роджерса про те, що за умов виникнення об'єктивно складних обставин негативні психічні стани унеможливають для особистості конструктивне розв'язання її проблеми і навпаки. Стійка позитивна самооцінка, реалістичні погляди на життя, висока мотивація досягнення, розвинене почуття відповідальності за себе та інших, а також оптимістичне налаштування позитивно впливають на успішне подолання труднощів [464].

Встановлено, що прийняття рішень – це вид інтелектуальної діяльності особистості, що найбільш часто повторюється [509]. Тому мотиваційна діяльність учасників НВП є низкою послідовних явних та неявних рішень, які вони приймають в умовах перманентної дії ризиків стохастичного і нестохастичного характеру та впливу різноманітних чинників (зовнішніх/внутрішніх, об'єктивних/суб'єктивних), а також їх сукупності, що було розглянуто в розділах 1–2. Виявлено, що ставлення до ризику та вплив зазначених чинників потрібно виявляти за допомогою оціночних функцій за визначеного аргументу – характеристики НВП.

Ще раз зауважимо, що мотив досягнення – це прагнення учня досягти високих результатів у навчанні, яке зазвичай виявляється у виборі ним складних навчальних завдань і прагненні їх виконати [153; 154]. Адже успіхи в будь-якій діяльності, зокрема навчальній, залежать не лише від здібностей, навичок, знань, а й від мотивації їх досягнення. Учень із ви-

соким рівнем мотивації досягнення плідно працює, щоб не лише досягти поставлених цілей у навчанні, а й отримати більш високий рейтинг, а також насолоду від результатів власної навчальної діяльності. Порівнюючи двох учнів з рівними вихідними даними (наприклад IQ), проте з різною мотивацією, нескладно дійти висновку, що їх наполегливість, активність в навчанні і, безумовно, подальша успішність будуть суттєво відрізнятися. Для цього учень сумлінно навчається, ставить перед собою високі цілі та зазвичай дійсно їх досягає. Водночас учень з недостатньо розвинутою мотивацією успіху байдужий до власних успіхів, має низькі, а іноді, на жаль, і примітивні цілі. Він не обирає для виконання складні навчальні завдання, неохочий наполегливо та сумлінно працювати, а отже, досягає набагато гірших результатів під час навчання.

Мотивація досягнення (і поведінка, що спрямована на високі результати навчання) навіть у тієї самої людини з часом змінюється і залежить від ситуації та предмета діяльності, а також від багатьох чинників впливу, що не завжди можна з'ясувати. Порушуючи питання щодо розкриття змісту таких чинників, які визначають рівень мотивації в кожній конкретній особистості та спираючись на ґрунтовний аналіз наукових джерел [153; 154; 501; 507; 508], можна зазначити такі з них:

- 1) значущість досягнення успіху;
- 2) сподівання на успіх;
- 3) суб'єктивно оцінювані шанси досягнення успіху;
- 4) суб'єктивні еталони досягнення.

З урахуванням результатів досліджень [132; 133; 175; 189; 218; 228; 272; 289–292; 315; 372; 374–376; 378; 383–386; 396; 397; 411; 415; 416; 419; 421; 424; 425; 433; 435; 437; 503; 519], вважаємо можливим здійснити кваліметрию перелічених чинників наступним чином. Йдеться про побудову та аналіз оціночних функцій корисності для закритих і відкритих задач прийняття рішень. Унаслідок цього визначаються як основні навчальні домінанти, так і рівні домагань учасників НВП.

Отже, удосконалення процесів управління НВП має супроводжуватися також активністю учнів та їх готовністю до самовдосконалення. Внутрішніми джерелами активності учня в процесі набуття знань, умінь та навичок, що необхідні для подальшого навчання, самоосвіти та майбутньої професійної діяльності, є мотиви [154; 259; 295; 367; 507]. Необхідно зауважити, що значну увагу вивченню мотивів приділяли такі вчені, як В. Асєєв, В. Ковальов, С. Занюк, Є. Ільїн, В. Маслоу, С. Москвичов, Х. Хекхаузен та ін. Досліджувалися методи та прийоми формування мотивів у суб'єктів навчальної діяльності різних вікових груп (С. Григорян, Л. Єфімова, В. Кругликов, Т. Левченко, В. Леонтьєв, В. Мільман, Л. Непомняща, Г. Щукін та ін.). У психолого-педагогічних дослідженнях

обґрунтовано способи мотиваційного забезпечення НВП, зокрема розвитку пізнавальних потреб (П. Гальперін, М. Махмутов, Г. Щукін та ін.) [154; 258–261; 295; 367; 507; 528; 529 та ін.].

Удосконалення досвіду досліджень мотиваційних потреб тих, хто навчається, здійснено нами шляхом розроблення відповідних кваліметричних моделей на показниках і характеристиках об'єкта НВП. Завдяки цьому забезпечується кваліметричне наповнення взаємодії компетентнісних блоків «когнітивність – мотивація», «когнітивність – поведінка», «мотивація – поведінка» моделі на рис. 2.5. Відповідні результати подано нижче.

#### **4.2. Розробка теоретичних моделей мотиваційного вибору учасників навчально-виховного процесу в умовах ризику**

Порушена проблема кваліметрії мотивації є актуальною, оскільки її розв'язання буде сприяти проактивному (превентивному) виявленню ставлення учасників НВП до заходів його покращення, збільшенню їхньої самоактуалізації та креативності [27; 160; 265; 297; 349; 371; 464; 473; 475]. Опрацювання методів ризикології [30; 146; 218; 246; 314; 370; 377; 425; 520] сприяло розробленню відповідних моделей і розв'язанню проблем у процесах професійної підготовки авіаційних операторів [75; 247; 248; 249; 372; 374–377; 381; 383; 396; 397; 408; 411; 446]. Їх адаптація для потреб дидактики сприяла отриманню позитивних результатів [133; 175; 198; 289–292; 384; 385; 401; 419; 425; 433; 435], що необхідно теоретично й емпірично узагальнити.

В освітянській гуманістичній системі, де приймаються рішення, здійснюється такий важливий процес, як оцінювання наслідків. Він базується на приписуванні учасником НВП наслідкам особистих рішень суб'єктивної цінності або корисності  $u(g)$ , в яку ми вкладаємо сенс оціночної функції корисності:  $u^{bc}(g) \Rightarrow u^{bc}(y)$ . Корисність постає головним поняттям теорії раціональних рішень і психології [218; 228; 314; 501; 503]. Тому пізнання законів, які керують процесом такої оцінки, є значущим. Адже корисність, яку учасник НВП приписує певній альтернативі, залежить від стану суб'єкта, насамперед від структури цілей [9; 222; 228; 348], що спрямовує поведінку та породжується системою потреб.

Цілі, до яких прямує учасник НВП під час прийняття рішень, відіграють головну роль в оцінюванні наслідків вибору. Йдеться про те, як «виміряти невимірюване», знайти чисельне значення такого суб'єктивного феномена, як «міра корисності». Наш аналіз присвячено пошуку відповіді на запитання про те, як людина, яка приймає рішення, оцінює корисність наслідків. Для цього необхідно розглянути формальну теорію

корисності, створену Дж. фон Нейманом та О. Моргенштерном [218; 228; 501; 503], що є нормативною, тобто прескриптивною, а не описовою (дескриптивною) теорією. Вона відіграла важливу роль у постановці проблем у теорії прийняття рішень. Теорія є аксіоматичною. Вона складається з сукупності аксіом, що стосуються раціональних переваг людини, яка приймає рішення, та тверджень, що з них випливають. У праці [198] ці аксіоми адаптовано для застосування в дидактиці.

Розглядаючи класифікаційні ознаки проблемних ситуацій і задач прийняття рішень у НВП (*підрозділ 2.3*), необхідно констатувати, що його учасники здійснюють вибір в умовах стохастичного ризику. Уявляючи ризик як можливість настання небажаної ситуації та спираючись на модель проблемної ситуації (2.21), кожній альтернативі (стратегії)  $a \in A$  ставиться у відповідність імовірнісний поділ на множині векторів кількісних характеристик  $(y_1, y_2, \dots, y_m)^T$  наслідків  $g \in G$ , що настають після її вибору (*рис. 4.1*).

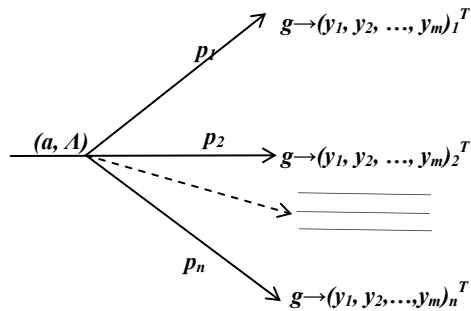


Рис. 4.1. Відповідність стратегій і наслідків в умовах ризику

З метою визначення пріоритетів на множині стратегій (рішень) у НВП модель мети операції (показник і критерії ефективності) має враховувати імовірнісний характер наслідків. У такому разі:

$$u \geq v \Leftrightarrow W_e^\lambda(u) \geq W_e^\lambda(v), \quad (4.1)$$

де  $W_e^\lambda(u)$  – функція ефективності в умовах стохастичної невизначеності, що визначається формулою:

$$W_e^\lambda = M[u^{0c}(\rho(Y, Y^{nomp}))], \quad (4.2)$$

де  $M[\cdot]$  – оператор математичного очікування;

$\rho(Y, Y^{nomp})$  – функція відповідності;

$u^{0c}(\cdot)$  – оціночна функція корисності, побудована з урахуванням інформації про ставлення учасника НВП до ситуацій вибору в умовах ризику.

Вираз (4.1) означає: якщо альтернатива  $u$  має перевагу перед альтернативою  $v$ , то таку саму перевагу має й відповідна  $u$  функція ефективності  $W_e^\lambda(u)$ . Зазначена функція ефективності залежить від співвідношення наявних  $Y$  і цільових  $Y^{nomp.}$  результатів діяльності.

Інформація  $\theta_c$  демонструє знання про ставлення людини, яка приймає рішення, до стохастичного ризику. Тому поняття «ставлення до ризику» будемо розуміти саме так.

Якщо інформація  $\theta_c$  про ставлення до ризику не використовується, то  $u^{bc}(\rho)=\rho(\cdot)$ . Якщо ж інформація  $\theta_c$  відсутня або для встановлення пріоритетів за правилом (4.1), достатньо застосувати лише «об'єктивні» показники ефективності, побудовані як:

$$W_i = M \left[ \rho(y_i, y^{nomp.}) \right], \quad i = \overline{1, m}, \quad (4.3)$$

тоді задача прийняття рішень в умовах стохастичної невизначеності зводиться до задачі прийняття рішень в умовах визначеності за векторним показником  $W$  з компонентами-складовими  $W1, W2, \dots, Wm$ . Причому функція відповідності  $\rho(y, y^{nomp.})$  може враховувати «усереднення» за імовірністю. Тоді в доповнення до функції вигляду:

$$\rho(y, y^{nomp.}) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } y \geq y^{nomp.} \\ 0, & \text{якщо } y < y^{nomp.} \end{cases}, \quad (4.4)$$

$$\rho(y, y^{nomp.}) = y, \quad (4.5)$$

часто застосовують квантиль:

$$\rho = F_\alpha^{-1}(1 - \alpha) = y_\alpha, \quad (4.6)$$

де  $\alpha$  – імовірність, що задана;

$F_a^{-1}(\cdot)$  – функція, зворотна до функції розподілу результату операції вибору в разі функціонування стратегії  $a \in A$ .

Якщо розв'язання задачі вибору  $\langle A, A^* \rangle$  не єдине (потужність множини «об'єктивно» оптимальних стратегій велика), то необхідно вивчити додаткову інформацію  $\theta_c$ . Ця інформація стосується не частинних статистичних характеристик розподілу (математичне очікування, дисперсія, квантиль тощо), що породжується стратегією  $a \in A$ , а вичерпної характеристики – закону розподілу. Причому необхідно з'ясувати ставлення людини, яка приймає рішення, до різних імовірнісних поділів на множині результатів, тобто:

$$u \stackrel{\theta_c}{\geq} v \Leftrightarrow F_u \stackrel{\theta_c}{\geq} F_v, \quad u, v \in A, \quad (4.7)$$

де  $F_u$  – закон, що описує розподіл характеристик  $(y_1, y_2, \dots, y_m)^T$  результатів  $g \in G$  за фіксованою стратегією  $a \in A$ .

Тобто вираз (4.7) ілюструє, що, якщо з урахуванням інформації  $\theta_c$  альтернатива  $u$  є більш привабливою ніж  $v$ , то це еквівалентно тому, що



імовірнісний показник  $F_u$ , який відповідає цій альтернативі, має перевагу перед аналогічним показником  $F_v$  для іншої альтернативи.

Застосування так званих об'єктивних показників виду (4.3) робить задачу прийняття рішень нескінченно вимірною. З огляду на це, доцільно встановити переваги людини, яка приймає рішення, на множині розподілів результатів, а потім – стратегій із використанням виразу (4.7), який було проаналізовано. Для цього необхідно звузити множину  $F_a(y)$ ,  $a \in A$ , виділивши деяку недомінуючу їх підмножину:

$$A_0 = \{a / F_u(y) \leq F_v(y)\}, \quad u, v \in A, \quad -\infty < y < +\infty. \quad (4.8)$$

З виразу (4.8) випливає, що більшим значенням кількісної характеристики у результатів  $g$  віддається перевага перед меншими, тобто інформація  $\theta_c$  є простою. У такому разі стратегії  $a \in A_0$  називають *стратегічно недомінуючими* [358].

Множина  $A_0$  є досить широкою. Її звуження можливе за умови суттєвого розширення обсягу інформації  $\theta_c$ . У таких ситуаціях особистості, які приймають рішення, по-різному ставляться до одного й того самого імовірнісного розподілу на множині результатів діяльності. У такому випадку кажуть, що ці люди мають різну психологічну домінуючу в ситуаціях з ризиком [132; 218; 314; 416; 424; 445] та оціночні функції  $\rho(Y, Y^{номп.}) = y$ . Наприклад, на рис. 4.2 домінуючі «об'єктивний» відповідає оціночна функція  $u^{\theta_c}(y) = y$ , що призводить до встановлення переваг на множині стратегій нібито за «об'єктивними» показниками, яким відповідають вирази (4.3) та (4.5).

Переваги на множині стратегій встановлюють шляхом порівняння математичних очікувань оціночних функцій корисності. Показник, що враховує психологічні особливості людини, яка приймає рішення, у ситуаціях стохастичної невизначеності (ситуація з ризиком), називають *функцією ефективності скалярного результату або функцією корисності* [218; 228; 314; 370]. Його визначають за допомогою виразу (4.2). Причому, якщо  $u^{\theta_c}(y)$  – це оціночна функція корисності, то її позитивні лінійні перетворення

$$f^{\theta_c}(y) = \{a \cdot u^{\theta_c}(y) + b, \quad a > 0\} \quad (4.9)$$

є також оціночною функцією корисності характеристик результатів  $y$  для людини, яка приймає рішення, з психологічною домінуючою, що розглядається. Тому, будуючи оціночну функцію корисності  $u^{\theta_c}(y)$ , можна обрати початок відліку  $b$  та одиницю виміру  $a$ , тобто оціночну функцію корисності задають на інтервальній шкалі.

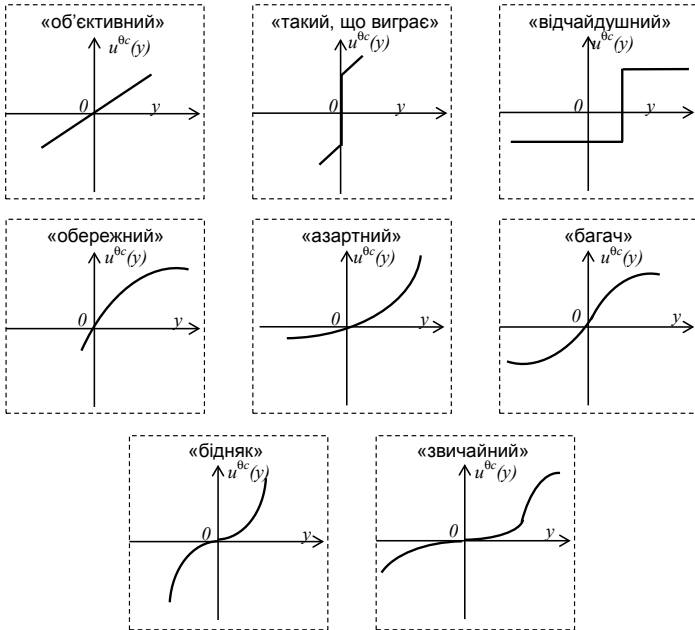


Рис. 4.2. Оціночні функції людини, яка приймає рішення, з різноманітною домінантою діяльності

Під час дослідження ефективності рішень маємо справу з кінцевою множиною наслідків  $G$ , в якій кожний результат  $g \in G$  характеризується скалярною величиною  $y$ . Тому будемо розглядати лише кінцеві розподіли  $P_i(a)$  на множині значень  $y \in Y$ .

Проблемні ситуації прийняття рішень в умовах ризику зручно описувати за допомогою спеціальних «лотерей» [218; 228; 300; 314; 370; 503]. Лотереєю  $l$  є пара результатів  $(Y, P)$ , де  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  – множина кількісних характеристик наслідків,  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  – імовірнісний розподіл на ній. На рис. 4.3 подано приклад простої (а) і складної (б) лотереї, де результатом лотереї  $l$  є інші лотереї  $l_j, j=1, 2, \dots, s$ .

Відповідно до виявленого відношення пріоритетів на множині лотерей  $\{l(a) / a \in A\}$ , будується відношення переваг на множині стратегій  $A$ :

$$u \geq v \Leftrightarrow l(u) \geq l(v) \Leftrightarrow W_e^\lambda(l(u)) \geq W_e^\lambda(l(v)) \Leftrightarrow M[u^{\theta_e}(y(u))] \geq M[u^{\theta_e}(y(v))]. \quad (4.10)$$

Вираз (4.10) показує, що задача зводиться до одержання оцінок  $u^{\theta_e}(y_i(u)), u^{\theta_e}(y_j(u)), i=1, 2, \dots, n$  та обчислення відповідних математичних очікувань.

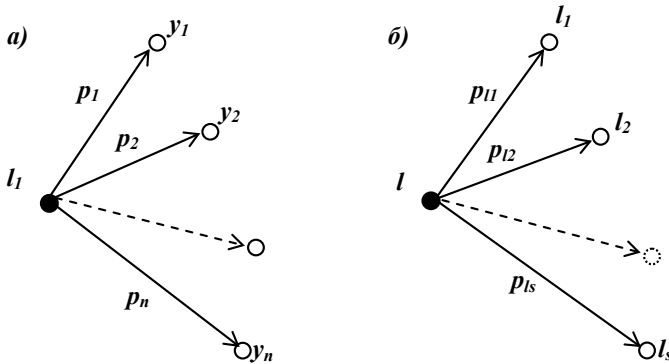


Рис. 4.3. Парадигми простої (а) та складної (б) лотерей

З огляду на те, що оціночна функція корисності  $u^{oc}(\cdot)$  вірна з точністю до позитивного лінійного перетворення (4.9), то для встановлення початку відліку та одиниці виміру зручно задати оцінки для будь-яких двох результатів, а потім інші порівняти з ними. У ролі таких результатів зазвичай обирають більш привабливий  $y_+$  та менш привабливий  $y_-$  кількісний результат і вважають, що відповідні оціночні функції корисності мають значення  $u^{oc}(y_+)=1$ ,  $u^{oc}(y_-)=0$ .

У процесі порівняння кількісного результату  $y$  наслідку  $g$  з найменш бажаним  $y_-$  та найбільш бажаним  $y_+$  результатами застосовують припущення – правила заміни. Якщо в початковій лотереї  $l$  будь-який із результатів  $y$  замінити на еквівалентний, то людині, яка приймає рішення, буде байдуже, в якій з лотерей брати участь. Результат  $y$  замінюють на лотерею, де найбільш бажаний результат  $y_+$  отримується з ймовірністю  $P(y)$ , а найменш бажаний  $y_-$  – з ймовірністю  $1-P(y)$ . Це означає, що людина, яка приймає рішення, має відповісти: якою має бути ймовірність  $P(y)$ , щоб для неї було байдужим отримання результату  $y$  напевно або найкращого значення  $y_+$  з ймовірністю  $P(y)$  та найгіршого  $y_-$  з ймовірністю  $1-P(y)$ . Відповідне правило заміни проілюстровано на рис. 4.4. У такому разі приймається, що значення оціночної функції корисності  $u^{oc}(y)$  дорівнює відповідній ймовірності  $P(y)$ :  $u^{oc}(y)=P(y)$ .

Якщо кількість альтернатив  $n \leq 10-20$ , то метод, який було нами розглянуто, можна використовувати для одержання лотерей  $l''(a)$ ,  $a \in A$  та застосувати вираз (4.10) для встановлення переваг на множині  $A$  стратегій.

Еквівалентність лотерей  $l'$  та  $l''$  на рис. 4.4 ( $l' \approx l''$ ) можна пояснити тим, що математичні очікування оціночних функцій цих лотерей є однаковими:

$$M_r[u^{\theta_c}(y)] = p_1 u^{\theta_c}(y_-) + p_2 [P(y_2) u^{\theta_c}(y_+) + (1 - P(y_2)) u^{\theta_c}(y_-)] + \dots$$

$$+ p_n [P_n(y_n) u^{\theta_c}(y_+) + (1 - P(y_n)) u^{\theta_c}(y_-)] = \sum_{i=1}^n p_i P(y_i) u^{\theta_c}(y_+) + \sum_{i=1}^n p_i (1 - P(y_i)) u^{\theta_c}(y_-) = M_r[u^{\theta_c}(y)]$$

де  $u^{\theta_c}(y_-) = 0$ ,  $u^{\theta_c}(y_+) = 1$  – за визначенням.

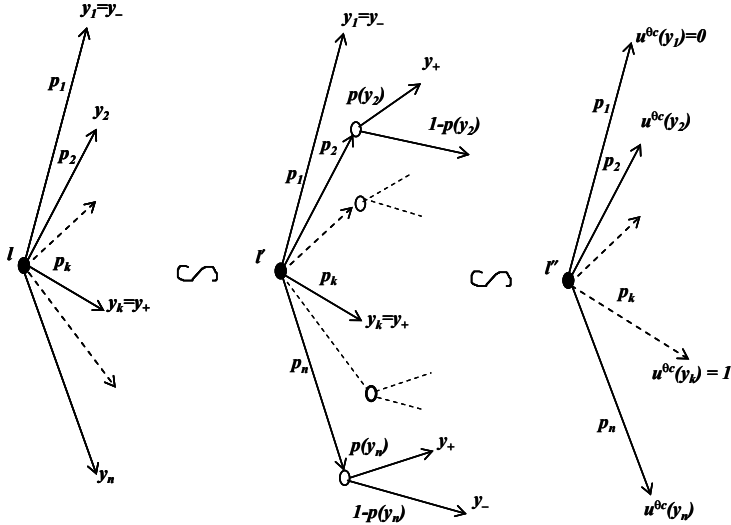


Рис. 4.4. Парадигма правила заміни

У задачах прийняття рішень з кількістю результатів  $n > 20-30$  встановлення переваг лотерей зручно проводити за допомогою методу, що базується на побудові й апроксимації оціночної функції корисності  $u^{\theta_c}(y)$  за обмеженою кількістю точок. Йдеться про вирішення закритої задачі прийняття рішень із векторним показником ефективності. Доцільно спочатку встановити тип ставлення людини, яка приймає рішення, до ризику для інтервалів можливих значень характеристики  $y$ , а потім шукати апроксимацію відповідної оціночної функції корисності. На цьому етапі можна виявити також психологічну домінанту людини, яка приймає рішення, на інтервалі можливих значень  $y$ .

Тип ставлення людини, яка приймає рішення, до ризику (рис. 4.5) вводиться на основі поняття *детермінованого еквівалента лотереї*. Детермінованим еквівалентом лотереї  $l$  називають деяку величину  $y_F$  за якої людини, яка приймає рішення, байдуже: чи отримати результат  $y_F$  напевне, чи брати участь в лотереї  $l$ :

$$y_F: u^{\theta_c}(y_F) = M_l[u^{\theta_c}(y_F)]. \quad (4.11)$$

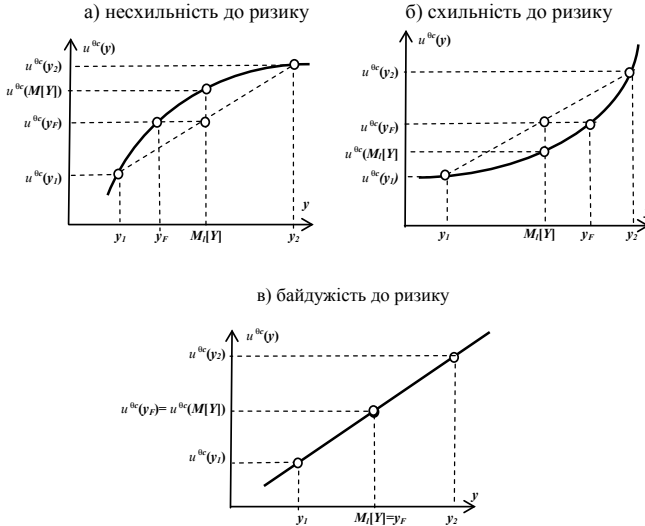


Рис. 4.5. Типові оціночні функції, що враховують ставлення людини, яка приймає рішення, до ризику

Людина, яка приймає рішення, буде вважатися неохильною до ризику (рис. 4.5 а), якщо виконується умова:

$$y_F < M_l[Y]. \quad (4.12)$$

Неохильність до ризику людини, яка приймає рішення, означає, що вона віддає перевагу отриманню середнього виграшу перед грою в лотерею. Оціночна функція корисності  $u^{bc}(y)$  для людини, яка приймає рішення та неохильна до ризику, суворо увігнута, тобто:

$$u^{bc}(y_F) = M_l[u^{bc}(y)] < u^{bc}(M_l[Y]). \quad (4.13)$$

Наприклад, для лотереї  $l$  з двома наслідками  $y_1, y_2$  та відповідними ймовірностями  $p_1=p$  і  $p_2=1-p$  маємо:

$$pu^{bc}(y_1) + (1-p)u^{bc}(y_2) < u^{bc}(py_1 + (1-p)y_2),$$

що відповідає визначенню суворо увігнутої функції.

Людина, яка приймає рішення, вважається схильною до ризику (рис. 4.5 б), якщо виконується така умова:

$$y_F > M_l[Y]. \quad (4.14)$$

Тобто схильна до ризику людина, яка приймає рішення, віддає перевагу участі в лотереї перед отриманням середнього результату напевно.

Оціночна функція корисності  $u^{0c}(y)$  для людини, яка приймає рішення і яка схильна до ризику, є строго випуклою:

$$u^{0c}(y_F) = M_I[u^{0c}(y)] > u^{0c}(M_I[Y]). \quad (4.15)$$

Людина, яка приймає рішення, вважатиметься *байдужою до ризику* (рис. 4.5 в), якщо виконується така умова:

$$y_F = M_I[Y]. \quad (4.16)$$

Таким чином, оціночна функція корисності  $u^{0c}(y)$  для людини, яка приймає рішення і байдужа до ризику, – лінійна:

$$u^{0c}(y_F) = M_I[u^{0c}(y)] = u^{0c}(M_I[Y]). \quad (4.17)$$

Можливість кількісного вимірювання ризику забезпечує багаточільова оцінка [10; 246; 301; 358]. З огляду на зазначене, із використанням результатів досліджень [220; 246; 358], розглянемо алгоритми виявлення ставлення до ризику людини, яка приймає рішення під час управління НВП. Причому на інтервалах, що відповідають незмінному типу її ставлення до ризику.

*Алгоритм 1 (рис. 4.6)*

1. Встановити більш бажане  $y_+$  та менш бажане  $y_-$  значення характеристики результатів.

2. Розбити інтервал  $[y_-, y_+]$  на  $k_0$  однакових частин з межовими точками  $y_0 = y_-, y_1, y_2, \dots, y_{k_0} = y_+$ .

3. Визначити  $i = 1$ .

4. Встановити перевагу людини, яка приймає рішення, між лотереєю  $l(y_{i-1}, y_{i+1})$  та проміжним результатом  $y_i$ . Якщо цей результат має перевагу перед відповідною лотереєю  $y_i \geq l_{0,5}(y_{i-1}, y_{i+1})$ , то людину, яка приймає рішення, вважають несхильною до ризику на інтервалі  $[y_{i-1}, y_{i+1}]$ , якщо ж навпаки,  $l_{0,5}(y_{i-1}, y_{i+1}) \geq y_i$ , то – схильною, в іншому випадку – байдужою до ризику.

5. Визначити  $i = i + 1$  та перевірити умову  $i \leq k_0 - 1$ . Якщо умова виконується – перейти до п. 4, у протилежному випадку – до п. 6.

6. Проаналізувати отримані результати з метою виявлення таких інтервалів  $[y_{i-1}, y_{i+1}]$ , де змінюється ставлення людини, яка приймає рішення, до ризику, тобто такі, що містять точки перетину оціночної функції корисності (рис. 4.7).

Виявлення інтервалів із відомими типами ставлення до ризику забезпечують можливість побудувати оціночну функцію корисності за обмеженою кількістю точок.

Необхідно розглянути процедуру побудови оціночної функції корисності на інтервалі  $[y_n, y_n]$  за  $p$ 'ятьма точками, причому праву межу інтервалу  $y_n$  вважатимуть більш бажаним результатом ніж  $y_n$ .

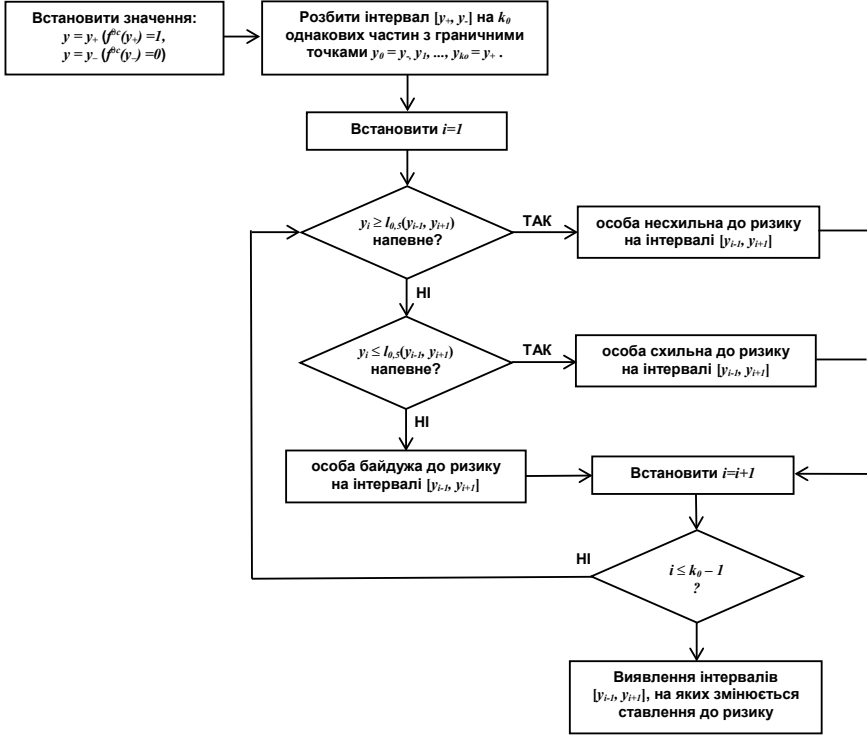


Рис. 4.6. Алгоритм 1 виявлення основної домінанти у ставленні до показників навчально-виховного процесу

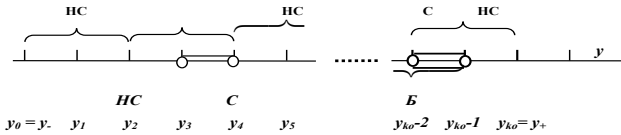


Рис. 4.7. Схема розподілу можливих значень характеристик наслідків на інтервали з постійним типом ставлення до ризику:

С – схильний до ризику; НС – нескильний до ризику; Б – байдужий до ризику

Алгоритм 2

1. Припустити, що  $u^{0c}(y_a)$ ;  $u^{0c}(y_b)$ ;  $a = y_a$ ;  $b = y_b$ ;  $i = 1$ .
2. Визначити достовірний еквівалент  $y_F$  лотереї  $l(a, b)$ .
3. Визначити:

$$y_i = y_F \quad \text{та} \quad u^{oc}(y_i) = \begin{cases} 0,5, & \text{якщо } i = 1 \\ 0,25, & \text{якщо } i = 2 \\ 0,75, & \text{якщо } i = 3 \end{cases} \quad (4.18)$$

4. Прийняти  $i = i + 1$  та перевірити умову  $i \leq 3$ : «так» – перейти до п. 5, «ні» – до п. 6.

5. Визначити  $a = y_i$ , якщо  $i = 3$ ,

$$b = \begin{cases} y_1, & \text{якщо } i = 2 \\ y_n, & \text{якщо } i = 3 \end{cases} \quad (4.19)$$

та перейти до п. 2.

6. Перевірити погодженість оцінок, отриманих за п. 2–5. Для цього необхідно виконати певні дії.

6.1. Визначити за допомогою людини, яка приймає рішення, еквівалент лотереї  $l_{0,5}(y_2, y_3)$ .

6.2. Порівняти величини  $y_F$  та  $y_i$ . Якщо вони відрізняються несуттєво, то перейти до п. 7, а в іншому випадку – необхідно вказати людині, яка приймає рішення, на виявлене протиріччя в її думках та перейти до п. 7.

7. Нанести отримані точки на графік та з'єднати їх кривою, що відповідає типу ставлення до ризику людини, яка приймає рішення.

8. Здійснити апроксимацію отриманої кривої однією з аналітичних залежностей, що наведені в табл. 4.1, або поліномом ступеня не вище п'ятого.

Згідно з п. 2 алгоритму 2, визначення достовірного еквівалента  $y_F$  лотереї  $l_{0,5}(a, b)$  здійснюється за допомогою такої ітераційної процедури.

*Алгоритм 3*

1. Визначити  $j=1$ ,  $y_n=a$ ,  $y_n=b$ .

2. Обрати близьке до лівої межі інтервалу  $[y_n, y_n]$  значення  $y^{(j)}$  так, щоб можна було отримати відповіді людини, яка приймає рішення, про те, що  $l_{0,5}(a, b) > y^{(j)}$ .

Таблиця 4.1

**Типові аналітичні залежності, що зазвичай пропонуються для апроксимації оціночної функції корисності**

Несхильність до ризику		Схильність до ризику	
$u^{oc}(y)$	Обмеження	$u^{oc}(y)$	Обмеження
$-ay^2+by+c$	$a>0, b\geq 0, y<b/2a$	$a^2y^2-by+c$	$a>0, b\geq 0, y>b/2a$
$y+a \cdot \ln(y+b)$	$y>-b, a>0$		
$-ae^{-by}-ce^{-dy}+f$	$a\geq 0, b\geq 0, c>0, d>0$	$ae^{by}+ce^{dy}+f$	$a\geq 0, b\geq 0, c>0, d>0$
$\ln(y+b)$	$y>-b$		
$(y+a)^b$	$0<b<1, y\geq -b$	$(y+a)^b$	$b>1, y>-a$
$c-(y+a)^{-b}$	$b>0, c>0, y-a$	$C-(y+a)^{-b}$	$b>0, c>0, y<-a$



3. Перевірити умови:

$$l_{0,5}(a, b) \begin{cases} \succ \\ \approx \\ \prec \end{cases} y^{(j)}, \quad (4.20)$$

якщо  $l_{0,5}(a, b) \succ y^{(j)}$  – перейти до п. 5;

якщо  $l_{0,5}(a, b) \prec y^{(j)}$  – перейти до п. 4;

якщо  $l_{0,5}(a, b) \approx y^{(j)}$  – перейти до п. 11.

4. Присвоїти  $y_n = y^{(j)}$ ,  $y^{(j)} = (y_n + y^{(j)})/2$  та перейти до п. 3.

5. Встановити  $j=j+1$ .

6. Обрати близьке до правої межі інтервалу  $[y_n, y_n]$  значення  $y^{(j)}$  так, щоб можна було отримати відповіді людини, яка приймає рішення, про те, що  $y^{(j)} > l_{0,5}(a, b)$ .

7. Перевірити умови:

$$y^{(j)} \{ \succ, \approx, \prec \} l_{0,5}(a, b), \quad (4.21)$$

якщо  $y^{(j)} \succ l_{0,5}(a, b)$  – перейти до п. 9;

якщо  $y^{(j)} \prec l_{0,5}(a, b)$  – перейти до п. 8;

якщо  $y^{(j)} \approx l_{0,5}(a, b)$  – перейти до п. 11.

8. Присвоїти  $y_n = y^{(j)}$ ,  $y^{(j)} = \frac{y_n + y^{(j)}}{2}$  та перейти до п. 7.

9. Встановити  $y_n = y^{(j-1)}$ ,  $y_n = y^{(j)}$ .

10. Встановити  $j=j+1$  та перейти до п. 2.

11. Визначити  $y_F = y^{(j)}$  та завершити розрахунки.

Роботу алгоритмів 2 та 3 проілюстровано на рис. 4.8 (а, б).

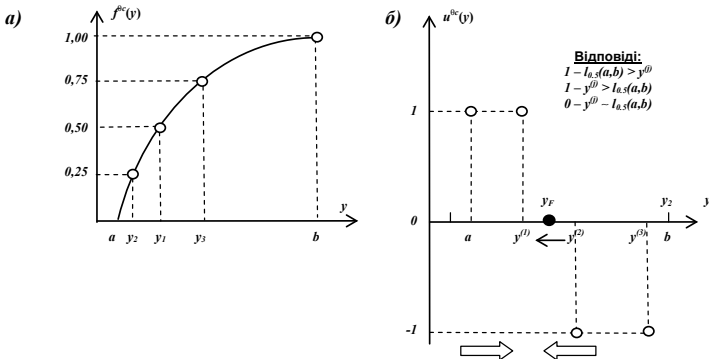


Рис. 4.8. Схема побудови оціночної функції виявлення типу ставлення особистості до ризику



У процесі проведення досліджень ми пропонували учням орієнтуватися на ситуацію, де під час підсумкового контролю (залік/іспит або поточний контроль знань) учень може бути незадоволений оцінкою, яку пропонує вчитель за результатами відповіді чи поточного навчання. Нехай цей учень прагне покращити оцінку, претендуючи на додаткове запитання. Однак педагогічний працівник може сформулювати та висунути зустрічну вимогу, за якої учень отримає бажану більш високу оцінку, але за умови правильної відповіді на додаткове запитання. У протилежному випадку, раніше пропонована оцінка може бути скасована, а учень отримає незадовільну оцінку.

Будемо вважати, що учень за рівнем попередньої підготовки до випробування має рівні шанси правильної/неправильної відповіді на додаткове запитання, тобто 50 на 50. Таким чином, формується навчально-ігрова ситуація, яку назвемо *лотереєю*, беручи за основу постулати теорії прийняття рішень, що було розглянуто вище.

Отже, у процесі формування навчальних ситуацій-лотерей для визначення характерних точок оціночної функції корисності будемо орієнтуватися саме та за зазначені три шкали оцінювання РНД старшокласників (рис. 4.9–4.11).

Застосовуючи теоретичну основу забезпечення відповідних досліджень і досвід її практичного застосування під час визначенні основних навчальних домінант студентів, розглянемо процедуру побудови за обмеженою кількістю точок оціночної функції корисності балів 12-бальної шкали оцінювання знань.

Ще раз вкажемо, що під час проведення опитування старшокласників їм пропонувалося уявити, що, якщо під час навчального випробування оцінка з будь-якої навчальної дисципліни, запропонована педагогічним працівником їх не влаштовує, то вони можуть її покращити, претендуючи на додаткове запитання. Причому це питання може бути саме такої складності, що імовірність (шанси) правильної/неправильної відповіді на нього складе величину 50% на 50% (рис. 4.9 а). Це можна подати у вигляді лотереї, еквівалент якої необхідно знайти. Еквівалент лотереї – це такий її наслідок, тобто така оцінка РНД старшокласника, коли йому буде байдуже, чи отримати її напевно, чи прийняти участь у зазначеній лотереї, де з рівними шансами можна отримати і результат, який абсолютно влаштовує, і абсолютно не влаштовує. Такий еквівалент позначають як  $n_{0,5}$  і, згідно з розробленою методологією (див. підрозділи 5.2, 5.3), йому привласнюють корисність 0,5:

$$f_{12}^{0c}(n_{0,5}) = 0,5 \cdot \quad (4.23)$$

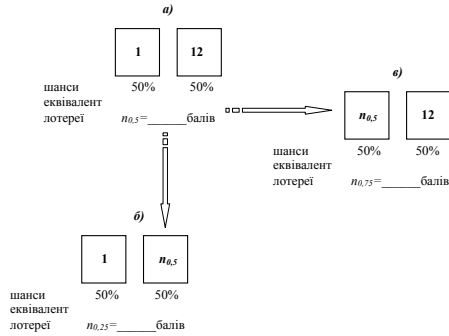


Рис. 4.9. Формування лотерей для побудови старшокласниками функції корисності оцінок 12-бальної шкали

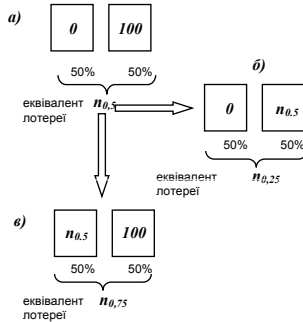


Рис. 4.10. Процедура визначення еквівалентів лотереї для побудови оціночної функції корисності для учнів балів 100-бальної шкали

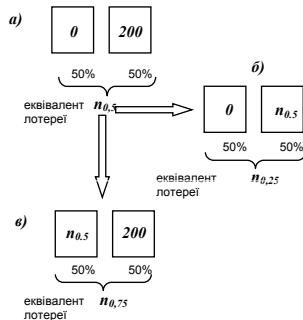


Рис. 4.11. Процедура визначення еквівалентів лотереї для побудови оціночної функції корисності для учнів балів 200-бальної шкали

Зрозуміло, що навряд чи слід вважати еквівалентом лотереї, скажімо, оцінки 1–3, оскільки згідно нормативно встановленої методології застосування 12-бальної шкали, вони свідчать про початковий (низький, перцептивно-продуктивний) РНД випробуваних. З іншого боку, у загальному випадку не доцільно прагнути грати в лотерею, якщо запропонована педагогом оцінка знаходиться в межах 10–11 балів, оскільки вони зарховані до показників високого (творчого) рівня РНД.

Показник  $n_{0,5}$  застосовують для формування ще двох лотерей (рис. 4.9, б, в), еквіваленти яких  $n_{0,25}$  і  $n_{0,75}$  і мають відповідну корисність:

$$n_{0,25} \approx 1(0, 12) \Rightarrow f_{12}^{\theta_c}(n_{0,25}) = 0,25; \quad (4.24)$$

$$n_{0,75} \approx 1(n_{0,75}, 12) \Rightarrow f_{12}^{\theta_c}(n_{0,75}) = 0,75. \quad (4.25)$$

Нескладно встановити корисність для найгіршої ( $n_0 = 1$  бал) і найкращої оцінки ( $n_1 = 12$  балів) оцінок шкали:

$$\left. \begin{aligned} f^{\theta_c}(n_0) &= 0 \\ f^{\theta_c}(n_1) &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (4.26)$$

Відповідно до отриманих координат 5-ти точок  $(0, n_{0,25}, n_{0,5}, n_{0,75}, 12)$ , будують оціночну функція корисності РНД.

Далі встановлюють *надбавка за ризик*, яку з урахуванням того, що маємо зростаючу оціночну функцію корисності, обчислюють так:

$$\pi(n) = \bar{n} - n_{0,5} = \begin{cases} > 0 & \text{— неохильність до ризику} \\ < 0 & \text{— схильність до ризику} \\ = 0 & \text{— байдужість до ризику} \end{cases}, \quad (4.27)$$

де  $\bar{n}$  – очікуваний середній виграш лотереї:

$$\bar{n} = 0,5 \cdot n_0 + 0,5 \cdot n_1 = 0,5 \cdot (n_0 + n_1) = 0,5 \cdot (0 + 100) = 50 \text{ балів}.$$

Наступним кроком є визначення основної навчальної домінанти учня: *схильність, неохильність, байдужість до ризику* як основний мотиваційний чинник.

І, нарешті, здійснюється аналіз функції корисності.

До досліджень було залучено 129 старшокласників – учнів ЗЗСО (шкіл, ліцеїв, гімназій) м. Борисполя Київської області. Під час випробувань респондентам пропонувалося відповідно до рис. 4.9 знайти характерні точки і побудувати індивідуальні оціночні функції корисності оцінок 12-бальної шкали.

З аналізу індивідуальних оціночних функцій корисності встановлено, що абсолютну меншість складають старшокласники, неохочі (8 осіб, 6,2 %) і байдужі (також 8 осіб, 6,2 %) до ризику. Таким чином, можна встановити таке співвідношення осіб неохочих (НС), байдужих (Б) та охочих (О) до ризику –  $8 : 8 : 113 \Rightarrow 1 : 1 : 14$ .

Детальний аналіз отриманих індивідуальних оціночних функцій корисності, показує, що найбільш варіативні думки випробуваних спостерігаються під час знаходження еквівалента лотереї з корисністю 0,25. Для зазначеного випадку, коли знаходиться показник  $n_{0,25}$  (рис. 4.9, б), встановлено, що байдужих до ризику старшокласників усього 2 (1,6 %), неохочих – 25 (19,4 %), охочих – 79,0 %.

Відповідно до виразу (4.27) ставлення до ризику визначається, спираючись на одну характерну точку оціночної функції корисності – детермінований еквівалент лотереї з корисністю 0,5 ( $n_{0,5}$ ). Однак ми провели більш детальний аналіз, орієнтуючись на всі характерні точки індивідуальних оціночних функцій корисності, а саме еквіваленти лотерей з корисністю  $n_{0,25}$ ,  $n_{0,5}$ ,  $n_{0,75}$ . В такий спосіб встановлено, що з 8 осіб, байдужих до ризику відповідно до виразу (4.27), за підсумковим аналізом індивідуальної оціночної функції корисності на всіх характерних точках континууму 12-бальної шкали жодна не підтвердила цю домінуючу. Два старшокласники продемонстрували охочість до ризику і шість – неохочість. В той же час з 8 осіб, неохочих до ризику, за підсумковим комплексним аналізом індивідуальної оціночної функції корисності чотири виявилися охочими до ризику, а чотири підтвердили свою узагальнену домінуючу. З 113 старшокласників, охочих до ризику, за підсумковим аналізом індивідуальної оціночної функції корисності, 97 (85,8 %) підтвердили ту ж саму домінуючу, а 16 осіб (14,2 %) змінили її на неохочість до ризику. Таким чином, з проведеного аналізу витікає стійкість навчальної домінуючої «охочість до ризику», яка характеризує мотивацію та досягнення успіху у навчанні.

Узагальнені оціночні функції корисності всіх випробуваних старшокласників подано на рис. 4.12.

Оскільки на теперішній час у навчальний процес ЗСО все більше впроваджується об'єктивний тестовий контроль знань, у якому застосовується абсолютна 100-бальна шкала, то має безумовний науковий і практичний інтерес виявлення ставлення учнів до оцінок цієї шкали. Процедура відповідного опитування визначається на рис. 4.10. Узагальнені індивідуальні оціночні функції корисності континууму 100-бальної шкали подано на рис. 4.13.

Встановлено, що всі респонденти (100 %), оцінюючи ступінь прийнятності для себе оцінок 100-бальної шкали, проявили основну навчальну домінуючу «охочість до ризику», що свідчить про позитивну

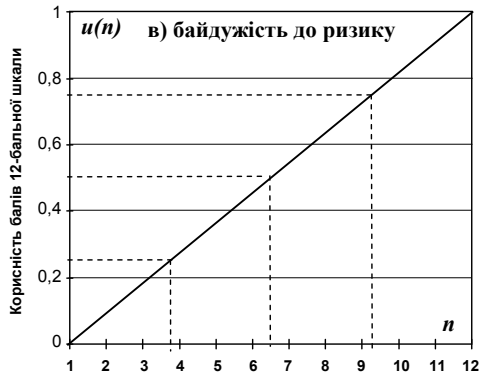
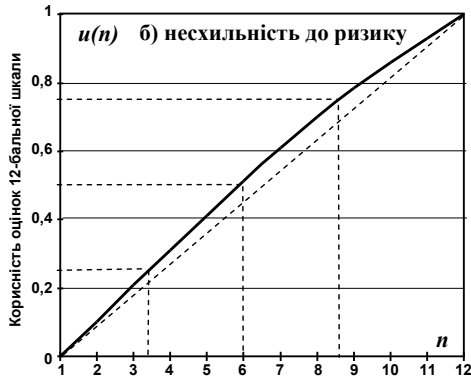
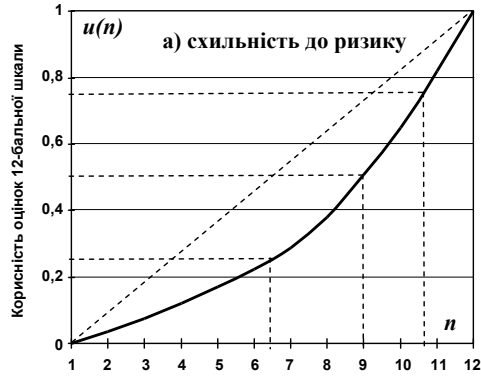


Рис. 4.12. Узагальнена оціночна функція корисності оцінок 12-бальної шкали

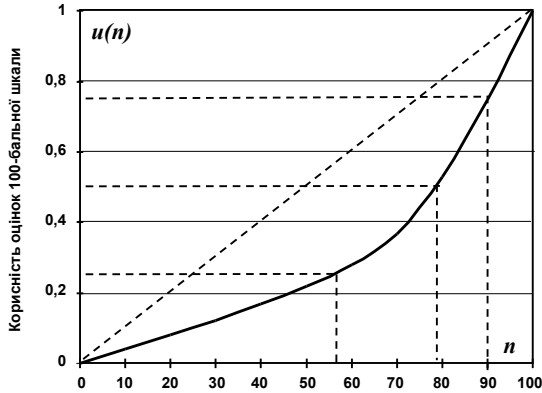


Рис. 4.13. Узагальнена оціночна функція корисності континууму оцінок 100-бальної шкали для старшокласників з навчальною домінантою «схильність до ризику»

мотивацію на навчання, тобто про так звану в психології мотивацію успіху (досягнення).

Як і у випадку дослідження основної навчальної домінанти учнів на множині оцінок 12-бальної шкали, найбільш варіативною є домінанта випробуваних під час знаходження домінанти лотереї з корисністю 0,25: зі 128 старшокласників, які взяли участь у опитуванні 14 (10,9 %) проявили на цьому етапі процедури встановлення основної навчальної домінанти неохочість, а 7 осіб (5,5 %) – байдужість до ризику.

З урахуванням вищенаведеного, нами було сформульовано гіпотезу щодо якісного прогнозу РНД. На нашу думку, учні з навчальною домінантою «схильний до ризику» будуть мати кращі результати; з навчальною домінантою «несхильний до ризику» – найгірші; «байдужі до ризику» – проміжні. З метою перевірки гіпотези як зовнішнього критерію нами використано результати ЗНО знань учнів зі навчальної дисципліни «Математика».

Було отримано такі усереднені показники рівнів навчальних досягнень учнів, визначені в 200-бальній шкалі:

- для учнів, схильних до ризику – 182,7 бала;
- для учнів, байдужих до ризику – 169,6 бала;
- для учнів, несхильних до ризику – 134,4 бала.

Навіть не застосовуючи відомі статистичні процедури порівняння середніх за допомогою  $t$ -критерію Стьюдента [356], можна дійти висновку щодо суттєвої різниці результатів навчання учнів із різною домінантою (ставленням до ризику).



Наші результати відкривають перспективи щодо врахування основної навчальної домінанти для індивідуалізації навчання та впливу на мотивацію учнів. До того ж, під час дослідження основної домінанти прийняття рішень у професійній діяльності операторів складних авіаційних систем керування було виявлено, що більш стійкою є домінанта «схильність до ризику». Інші домінанти є більш гнучкими та можуть бути змінені завдяки правильній організації діяльності й професійній підготовці [379; 381].

Розроблені та реалізовані процедури та технології побудови й аналізування оціночних функцій корисності можуть бути застосовані для досліджень ставлення учнів до інших характеристик НВП. Варто зазначити, що однією з головних проблем теорії та методики освіти є пошук способів формування стійкої мотивації учнів (наприклад, на відвідування занять). Тому метою подальших досліджень є розвиток процедур застосування методології теорії прийняття рішень для визначення основних навчальних домінант учнів на множині пропусків занять.

Характеристики ставлення до ризику (схильність, несхильність, байдужість) ми подаємо в інтерпретації, яка відкриває додаткові перспективи для індивідуалізації навчання [198; 289], а особливістю отриманих результатів є їхня проактивність.

#### **4.4. Побудова емпіричних моделей рівнів домагань учасників навчально-виховного процесу**

Останнім часом визнано, що вдосконалення НВП у ЗЗСО і ЗВО має базуватися на таких фундаментальних структуроутворюючих властивостях особистості тих, хто навчається, як рівень домагань і самооцінка. Рівень домагань – це стабільна індивідуальна якість особистості, що характеризує:

*по-перше*, рівень складності поставлених завдань, розв'язання яких є метою майбутніх дій (ідеальна (глобальна) ціль);

*по-друге*, вибір суб'єктом мети таких дій залежно від успіху або невдачі попередніх дій (рівень домагань на певний момент);

*по-третє*, бажаний рівень самооцінки особистості (рівень «Я»).

Адекватність домагань вказує на відповідність меті та можливостям особистості [345]. З огляду на це, особистості, які мають високий рівень домагань, вирізняються впевненістю в собі, наполегливістю, продуктивністю праці, критичністю оцінки досягнутого [226].

Поняття «рівень домагань» вперше почали вживати психологи Ф. Хоппе [535] та К. Левін [256]. В експериментах Ф. Хоппе простежується динаміка домагань залежно від результатів попередніх дій суб'єкта, які визначають як «сукупність очікувань, цілей і домагань

стосовно майбутніх власних досягнень». Необхідно зазначити, що Ф. Хоппе є розробником першого експериментального методу визначення рівня домагань, базисом якого стали три ознаки: 1) спонтанні вислови суб'єкта; 2) випадки успіху та невдачі; 3) підхід суб'єкта до завдання.

Ознаки успіху та невдач суб'єкта залежать від досягнення або його відсутності в певний момент часу.

Так, К. Левін вживає поняття «рівень домагань» для позначення прагнення особистості до мети такої складності, що відповідає її здібностям. Тобто, приймаючи рішення щодо встановлення мети, особистість має з'ясувати й оцінити об'єктивні умови її досягнення, а також власні можливості, здібності тощо.

Якщо рівень домагань відповідає здібностям, то це свідчить про адекватну самооцінку особистості. Якщо рівень домагань не відповідає здібностям тобто є заниженим/завищеним, то самооцінку вважають неадекватною. Вивчення взаємовідношення між самооцінкою та рівнем домагань обґрунтовують існуванням зв'язку з діяльністю, формуванням психологічних особливостей.

У працях, присвячених вивченню взаємовідношення самооцінки та рівнів домагань, зазначено, що від їх характеру залежить розвиток особистості, її здатність до саморегуляції (М. Боришевський [65], Б. Братусь [67], О. Савонько [449] та ін.). У працях Б. Ананьєва [15], З. Кузьміної [246], М. Неймарка [322], Т. Юферевої [527] та ін. рівень домагань трактують як індикатор самооцінки, а методику дослідження рівня домагань застосовують як інструмент її вимірювання. Доведено, що невміння правильно співвіднести власні можливості з дійсністю, домагання з реальними результатами діяльності призводить до негативних наслідків: виникнення афекту неадекватності (Л. Божович [51], М. Неймарк [322], Л. Славіна [465] та ін.), розвитку підвищеної тривожності та порушення в спілкуванні (Л. Бороздіна [33], І. Меліхова [298], Г. Прихожан [365], Т. Юферева [527] та ін.).

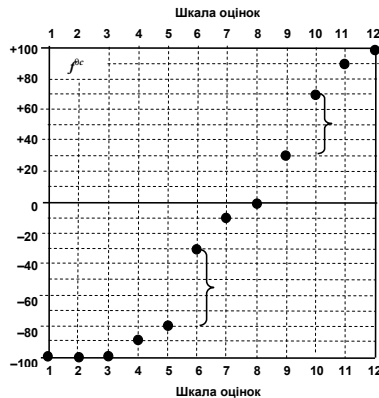
Подальші експериментальні дослідження доводять, що самооцінки та рівні домагань охоплюють утворення особистості, між якими існує функціональний зв'язок (Л. Бороздіна [66], Б. Братусь [67], В. Павленко [68] та ін.). Самооцінка – це оцінка суб'єктом себе, власних якостей, потенціалу. Рівень домагань втілює стереотип тактики цілепокладання, спосіб вибору цілей, рівень їх складності. У працях Р. Аткінсона [28], Т. Дембо (розробила методику дослідження властивостей особистості для самооцінки, яку вдосконалила С. Рубінштейн [443; 444]), П. Сірса, Л. Фестінгера (запропонували теорію *когнітивного дисонансу* [575]), а у праці Х. Хекхаузена [507], М. Юкнат [539] уточнено визначення поняття «рівень домагань». Науковці пов'язують його з особливостями мотивації суб'єкта.

У ситуаціях, що виникають в житті, дисонанс може посилюватися або спадати. Це безпосередньо залежить від проблеми, яка виникає. Так, ступінь дисонансу буде мінімальним, якщо особистість, наприклад, подасть на вулиці гроші жебракові, який не дуже цього потребує. Навпаки, ступінь дисонансу збільшиться, якщо учень збирається скласти серйозний іспит і не намагається підготуватися до нього. Дисонанс може виникнути (виникає) в будь-якій ситуації, де людині потрібно зробити вибір, і буде зростати залежно від того, наскільки важливим є вибір.

Вагомий внесок у розвиток питань кваліметрії рівня домагань у НВП зробили польські науковці С. Зігель та Ю. Козелецький [228], а також вітчизняні дослідники Н. Василенко, С. Дудник, Д. Марченко, А. Панасюк, О. Рева, В. Федієнко [198; 290; 292; 425; 433; 435].

Очевидною постає актуальність теми дослідження як в соціальному, так і науковому аспектах. Тому метою цього підрозділу є розроблення та вдосконалення інформаційних дидактичних технологій і процедур кваліметрії рівнів домагань учнів на множині показників НВП (рівнях навчальних досягнень і пропусків занять).

Отже, для визначення рівнів домагань старшокласників на континуумі оцінок 12-бальної шкали їм пропонується прийняти участь в опитуванні, упродовж якого необхідно показати своє особисте ставлення до ступеня прийнятності (бажаності, корисності) цих оцінок, користуючись відповідною діаграмою, приклад якої подано на *рис. 4.14*.



*Рис. 4.14.* Оцінка корисності оцінок 12-бальної шкали академічної успішності старшокласником *К*

Природно, що на рівні здорового глузду найгірша оцінка «1» досліджуваної шкали має найменшу бажаність, а найкраща оцінка «12» – найбільшу, що й відображається оцінками відповідної корисності:

$$\left. \begin{aligned} f^{\theta c}(n=1) &= -100 \\ f^{\theta c}(n=12) &= +100 \end{aligned} \right\}. \quad (4.28)$$

Зрозуміло, що досліджувана оціночна функція корисності (бажаності, прийнятності) оцінок 12-бальної шкали є зростаючою. Тому, відповідно до особистого ставлення до результатів навчання, учень-респондент має визначитися, насамперед, з таким результатом, який буде відповідати переходу від негативних емоцій (корисності, бажаності, привабливості) до позитивних. З рис. 4.14 випливає, що для деякого гіпотетичного старшокласника  $K$  йдеться про оцінку  $n_0=8$ , яка має відповідну корисність.

$$f^{\theta c}(n_0=8) = 0. \quad (4.29)$$

Далі випробуваний старшокласник має оцінити ступінь прийнятності (корисності, бажаності) для себе інших оцінок досліджуваної 12-бальної шкали, користуючись тією самою шкалою оцінки цієї бажаності  $[-100, +100]$ , що й відображено на рис. 4.14. Встановлення рівня домагань під час його аналізу відбувається за допомогою таких формул [228]:

$$\Delta u^{\theta \tilde{n}}(n) = u^{\theta \tilde{n}}(n_r) - u^{\theta \tilde{n}}(n_{r-1}) > u^{\theta \tilde{n}}(n_i) - u^{\theta \tilde{n}}(n_{i-1}) \quad (4.30)$$

$i=2, (r-1)$

або коли

$$\begin{cases} \Delta u^{\theta \tilde{n}}(n) = u^{\theta \tilde{n}}(n_r) - u^{\theta \tilde{n}}(n_{r-1}) \Rightarrow \max \\ u^{\theta \tilde{n}}(n_r) > 0 \end{cases} \quad (4.31)$$

З рис. 4.14 можна побачити, що динаміка росту корисності відображена старшокласником  $K$  так, що максимальний позитивний стрибок бажаності оцінок буде досягнутий за умови отримання  $n^*=10$  балів, а максимальний негативний – за умови отримання оцінки  $n_-=6$  балів:

$$\Delta_{max}^+ = f^{\theta c}(10) - f^{\theta c}(9) = 70 - 30 = 40; \quad (4.32)$$

$$\Delta_{max}^- = f^{\theta c}(6) - f^{\theta c}(5) = -30 - (-80) = 50. \quad (4.33)$$

Враховуючи наведене та запропонований нами підхід до якісного аналізу 12-бальної шкали, можна дійти висновку, що гіпотетичний випробуваний старшокласник  $K$  прагне в процесі навчання вийти на рівень оцінки «10», яка відповідає нижній границі високого (творчого РНД). Причому позитивне сприйняття результатів навчання починається в нього

з оцінки «9» (вища межа достатнього (конструктивно-варіативного) РНД). Крайня міра незадоволеності результатами навчання починається для зазначеного респондента з оцінки «6» і нижче, оскільки саме для неї спостерігається максимальний негативний стрибок бажаності оцінок.

Наведені міркування було застосовано далі під час аналізу результатів опитування 130 старшокласників різних за профілем навчання ЗЗСО Бориспільського району м. Київ. Статистичні показники характерних точок  $n_{-}$ ,  $n_0$ ,  $n^{*}$  відповідних індивідуальних оціночних функцій корисності, що були ними побудовані за аналогією з рис. 4.14, подано в табл. 4.2, де:

$n_{ij}$  – значення досліджуваної  $i$ -ї ( $i = \overline{2, 11}$ ) характерної точки оціночної функції корисності оцінок 12-бальної шкали, побудованої  $j$ -м старшокласником ( $j = \overline{1, m}$ );  $m$  – кількість старшокласників, що прийняли участь в опитуванні;  $\bar{n}_i$  – середнє значення:

$$\bar{n}_i = \frac{\sum_{j=1}^m n_{ij}}{m}; \quad (4.34)$$

$D_i(n)$  – дисперсія:

$$D_i(n) = \frac{\sum_{j=1}^m (n_{ij} - \bar{n})^2}{m-1}; \quad (4.35)$$

$\sigma_i(n)$  – середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma_i(n) = \sqrt{D_i(n)}; \quad (4.36)$$

$As_i(n)$  – асиметрія:

$$As_i(n) = \frac{\sum_{j=1}^m (n_{ij} - \bar{n})^3}{m \cdot \sigma_i^3}; \quad (4.37)$$

$Ex_i(n)$  – ексцес:

$$Ex_i(n) = \frac{\sum_{j=1}^m (n_{ij} - \bar{n})^4}{m \cdot \sigma_i^4}; \quad (4.38)$$

$U_i$  – коефіцієнт варіації:

$$v_i = \frac{\sigma_i}{\bar{n}_i} \cdot 100\%. \quad (4.39)$$

Таблиця 4.2

**Статистичні показники характерних точок функцій корисності,  
побудованих для встановлення ступеня бажаності оцінок  
12-бальної шкали**

№	Характерні точки	Статистичні показники					
		$\bar{n}$	$D(n)$	$\sigma(n)$	$As(n)$	$Ex(n)$	$v, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$n$	5,6	2,91	1,71	-0,41	2,58	30,62
2	$n_0$	7,3	1,81	1,35	-0,28	2,99	18,45
3	$n^*$	9,3	2,00	1,41	-0,81	3,85	15,16

Було з'ясовано, що два респонденти (1,5 %) продемонстрували явно недостатню мотивацію на успішність навчання. Йдеться про показник характерної точки  $n_0$  оціночної функції корисності на рис. 4.14, що відповідає переходу негативної бажаності (прийнятності, корисності, бажаності) в негативну. Адже дійсно,  $n_0$  для зазначених старшокласників дорівнює найкращому показнику «3» всього лише начального (низького, перцептивно-продуктивного) РНД 12-бальної шкали, тому аніяким чином не свідчить про високу мотивацію на навчальні досягнення. Зазначене й було підставою для виключення результатів опитування цих двох старшокласників з подальшого розгляду.

З отриманих результатів випливає таке. Найменш бажаною є оцінка  $n_0 = 5,6$  балів, наближена до «6» (найкращий показник для демонстрації середнього (репродуктивного) РНД у 12-бальній шкалі), тому що її отримання сприяє стрибку негативних емоцій (корисності) в думках старшокласників щодо успішності навчання. Перехід до бажаних (позитивних за корисністю) оцінок відбувається через оцінку «7», яка відповідає найменшому показнику достатнього (конструктивно-варіативного) рівня навченості. Рівень домагань випробуваних відповідає оцінці «9», тобто найкращому показнику достатнього рівня навченості. Необхідно привернути увагу до узгодженості думок старшокласників, про що свідчать невеликі значення асиметрії та одночасне виконання умови на обмеження величини коефіцієнта варіації:

$$v \leq 33\%. \quad (4.40)$$

Виходячи з величини ексцесу, можна дійти таких висновків. Розподіл думок старшокласників стосовно величини рівнів домагань  $n_+ = n^*$  є гостровершинним, оскільки  $Ex_{n^*} = 3,85 > 3$ , що безумовно свідчить про високу згуртованість думок на середньому значенні, тобто високий рівень їх узгодженості. Стосовно «перехідної» величини навченості  $n_0$ ,

з якої саме й починається позитивна бажаність (корисність, привабливість) результатів навчання можна дійти такого самого висновку: з одного боку, виконується умова (4.40), а з іншого – величина ексцесу дорівнює:  $Ex_{n_0} = 2,99 \approx 3$ , що свідчить про нормальність розподілу думок. Це означає, що їх більшість (68 %) результатів опитування групується біля середнього значення, а протилежні думки складають безумовну меншість. Величина ексцесу для абсолютно-негативного показника сприйняття оцінок  $n_-$ , оцінюваного у 12-бальній шкалі складає величину  $Ex_{n_-} = 2,58 < 3$  і певним чином характеризує плосковершинність розподілу думок. Хоча й узгоджених, оскільки виконується умова (4.40).

Під час проведення досліджень із виявлення ставлення старшокласників до бажаності РНД, визначених на континуумі 100-бальної шкали в умовах об'єктивного тестового контролю знань, було взято за основу відповідні діаграми, де випробувані старшокласники, користуючись шкалою  $[-100, +100]$  з кратністю 10 балів, мали вказати ступінь прийнятності для себе відповідних результатів академічної успішності в досліджуваній 100-бальній шкалі (рис. 4.15). Результати статистичної обробки кількісних показників характерних точок оціночної функції корисності континууму 100-бальної шкали подані в табл. 4.3.

З отриманих результатів випливає, що думки випробуваних старшокласників є чітко узгодженими для характерних точок  $n_0, n^*$ , оскільки умова (4.40) виконується «з запасом». Причому, як і у випадку з 12-бальною шкалою найменший коефіцієнт варіації отриманий для рівня домагань, величина якого, орієнтуючись на вимоги МОН України відповідає оцінці «4» в умовах впровадження кредитно-модульної організації навчального процесу й об'єктивного тестового контролю знань в ЗВО, тобто конструктивно-варіативному рівню навчальних досягнень. Вкажемо на незвичайно низький рівень асиметрії, а ось ексцес лише для показника рівня домагань наближений до значення, відповідного нормальному закону розподілу. Для показників  $n_-$  і  $n_0$  його значення свідчать про плосковершинність розподілу, що відображено на величині коефіцієнта варіації для  $n_-$ , який не задовольняє умові (4.40). Тому думки старшокласників щодо величини цього показника й є неузгодженими.

Співбесіди з респондентами щодо результатів опитування виявили таке. Старшокласники вважають, що об'єктивний тестовий контроль ще не знайшов значного поширення в навчальному процесі ЗЗСО, тому вони недостатньо обізнані щодо властивостей унікальної 100-бальної абсолютної шкали кваліметрії РНД, що й знайшло відображення у результатах опитування.

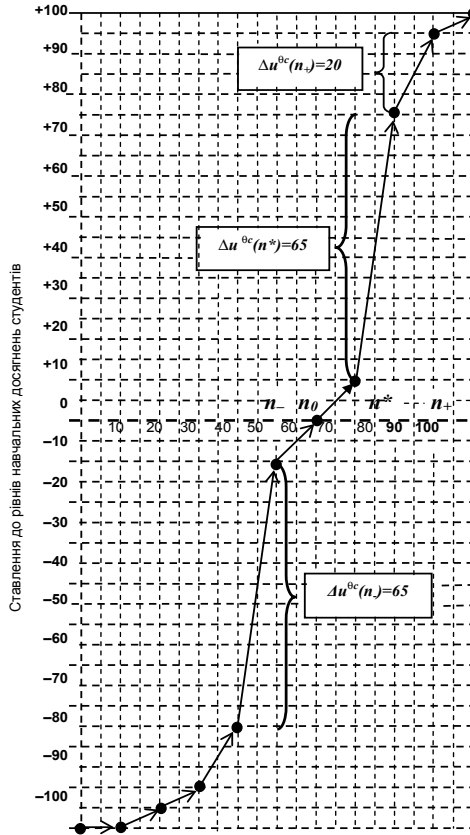


Рис. 4.15. Парадигма побудови оціночної функції корисності рівнів навчальних досягнень, визначених у 100-бальній шкалі

Таблиця 4.3

**Статистичні показники характерних точок функцій корисності, побудованих для встановлення ступеня бажаності оцінок 100-бальної шкали**

№	Характерні точки	Статистичні показники					
		$\bar{n}$	$D(n)$	$\sigma(n)$	$As(n)$	$Ex(n)$	$v, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$n$	43,1	247,64	15,74	-0,2	2,18	36,49
2	$n_0$	56,4	165,40	12,86	-0,07	2,46	22,81
3	$n^*$	77,4	161,40	12,70	-0,28	2,79	16,42



Адже дійсно, якщо для випадку 12-бальної шкали нами було виявлено лише 2 особи (1,5 %) з низьким рівнем мотивації на навчання, то для випадку 100-бальної шкали їх виявилось вже 54 (41,9 %). Йдеться про випробуваних, які вважають, що бажаним (позитивним) може вважатися результат навчання, для якого виконується умова:

$$n_0 \leq 50 \text{ балів}, \quad (4.41)$$

що, як було обґрунтовано у праці [200], є явно неприйнятним. Тому результати опитування зазначених осіб були визнані маргінальними і вони були виключені з подальшого розгляду. У табл. 4.4 подані результати статистичної обробки результатів опитування 75 старшокласників, віднесених нами до числа осіб з прийнятною мотивацією на навчання.

З табл. 4.4 зрозуміло, що думки старшокласників, зарахованих нами до числа осіб з прийнятною мотивацією на навчання, є узгодженими стосовно всіх характерних точок  $n_-$ ,  $n_0$ ,  $n^*$  досліджуваних оціночних функцій корисності та мають чітке логічне пояснення. Адже дійсно, стрибок негативних емоцій  $n_0=51,8$  бала починається, якщо обсяг вимірних в старшокласника знань менше половини його абсолютної величини. Перехід негативної бажаності в позитивну ( $n_0=65,3$  бала) починається фактично з рівня, встановленого МОН України для нижньої границі репродуктивного рівня навчальних досягнень, який нормативно дорівнює  $n_{\text{норм. репр.}}=60$  балів. Виявлений рівень домагань  $n^*=83,1$  бала чітко укладається в нормативний інтервал  $n_{\text{норм. дост.}}=75-89$  балів, встановлений МОН України для достатнього (конструктивно-варіативного) РНД.

Таблиця 4.4

**Статистичні показники характерних точок функцій корисності, побудованих для встановлення ступеня бажаності оцінок 100-бальної шкали 75 старшокласників з прийнятною мотивацією на навчання**

№ <sub>2</sub>	Характерні точки	Статистичні показники					
		$\bar{n}_i$	$D_i(n)$	$\sigma_i(n)$	$As_i(n)$	$Ex_i(n)$	$v, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$n_-$	51,8	163,94	12,80	-0,46	3,02	24,72
2	$n_0$	65,3	58,71	7,66	0,51	2,63	11,74
3	$n^*$	83,1	93,09	9,65	-0,38	3,05	11,61

#### 4.5. Розробка загального алгоритму врахування основних домінант і рівнів домагань в управлінні організацією особистісно-орієнтованого навчання

Отримані та подані в підрозділах 4.3, 4.4 наукові результати кваліметриї основних навчальних домінант і рівнів домагань, що є мотиваційними моделями учнів, сприяють самоактуалізації навчання. Відповідно до праць [198; 289], побудуємо алгоритм їх особистісно-орієнтованого навчання. Алгоритм визначаємо як упорядкований, чітко визначений, закінчений план дій виконавця (педагогічного працівника), що сприяє отриманню бажаного кінцевого результату. Необхідно зазначити, що розроблений алгоритм має задовольняти критерії дискретності, зрозумілості, визначеності, скінченності, масовості, коректності.

Пропонуємо застосовувати загальний алгоритм, який має циклічну структуру (алгоритм з повтореннями) (рис. 4.16), де:

1) вхідними даними для реалізації загального алгоритму особистісно-орієнтованого (індивідуального) навчання з орієнтацією на основні домінанти та рівні домагань є кількість учнів, які навчаються, а також результати об'єктивного тестового контролю їх знань з усього спектру навчальних дисциплін;

2) за розробленою нами методикою формуються спеціальні лотереї та будуються індивідуальні оціночні функції корисності оцінок 100-бальної шкали за обмеженою кількістю точок (закрита задача прийняття рішення). Встановлюється надбавку за ризик та визначаються основні навчальні домінанти учнів: схильність, несхильність або байдужість до ризику;

3) для здійснення подальшого порівняльного аналізу будуються узагальнені оціночні функції корисності;

4) відповідно до розробленої нами методики будуються індивідуальні оціночні функції корисності оцінок 100-бальної шкали за формально необмеженою кількістю точок, що відповідає розв'язанню відкритої задачі прийняття рішення. Аналізуються характерні точки індивідуальних оціночних функцій, встановлюються індивідуальні та узагальнені рівні домагань учнів, визначається високий, середній та низький рівень домагань учнів;

5) оскільки в попередніх дослідженнях доведено, що схильність до ризику свідчить про мотивацію досягнення успіху, то реалізація алгоритму в загальному випадку має призвести або до такої динаміки основної навчальної домінанти: «несхильність → байдужість → схильність до ризику», або до збільшення рівня домагань учня в межах його навчальної домінанти;

6) з урахуванням рівня домагань планують і розробляють навчальне навантаження (проблемно-орієнтоване методичне забезпечення), яке відповідає творчому, конструктивно-варіативному та середньому рівню складності;

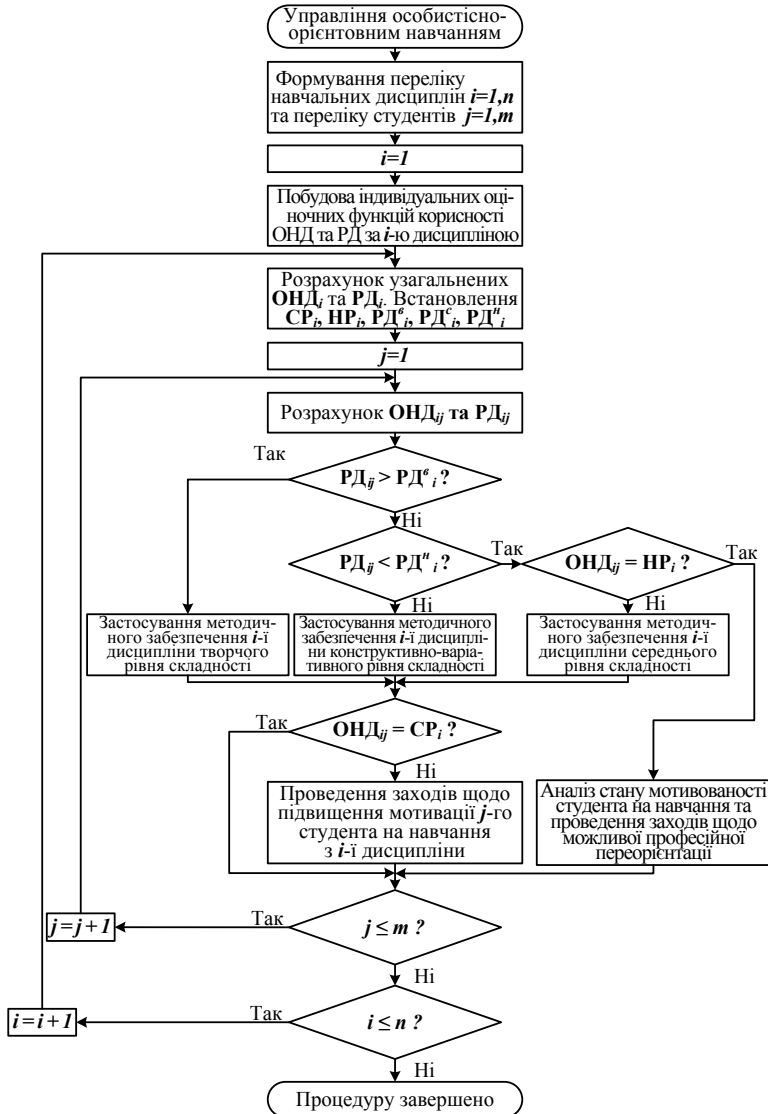


Рис. 4.16. Субмодель процесу управління особистісно-зорієнтованим навчанням з урахуванням основних навчальних домінант і рівнів домагань учнів

7) здійснено порівняння особистісного РНД  $j$ -го учня, встановленого для  $i$ -ї навчальної дисципліни з розрахованим високим показником рівня домагань;

8) якщо індивідуальний рівень домагань  $j$ -го учня з  $i$ -ї навчальної дисципліни більший за розрахунковий високий його рівень, то подальше навчання з певної навчальної дисципліни здійснюють, використовуючи методичне забезпечення високого (творчого) рівня складності;

9) якщо індивідуальний рівень домагань  $j$ -го учня з  $i$ -ї навчальної дисципліни відповідає середньому розрахунковому рівню, то учень має отримувати методичне забезпечення конструктивно-варіативної складності;

10) якщо буде встановлено, що  $j$ -му учню з  $i$ -ї навчальної дисципліни властивий низький розрахунковий рівень домагань, то його методичне забезпечення має відповідати за рівнем складності такому, що зорієнтовано на більшість учнів;

11) однак, якщо учень з низьким рівнем домагань є також ще й неохильним до ризику, то його мотивація на навчання потребує ретельної перевірки; можливо потрібно розв'язати проблему щодо його професійної переорієнтації;

12) здійснюється повторний об'єктивний тестовий контроль знань, і повторно визначаються основні навчальні домінанти та рівні домагань;

13) основну навчальну домінанту перевіряють на схильність до ризику. Якщо встановлено, що вона саме така, то за аналогією здійснюють заходи з особистісно-орієнтованого навчання  $j$ -го учня з інших навчальних дисциплін, або відповідні заходи охоплюють інші учні;

14) якщо основна навчальна домінанта не відповідає схильності до ризику, то здійснюються заходи з підвищення мотивації учнів на навчання;

15) зазначений цикл особистісно-орієнтованого навчання повторюється, допоки не охопить усіх випробуваних учнів, або доки вони не досягнуть потрібних показників рівнів домагань і основних навчальних домінант.

У загальному алгоритмі на рис. 4.16, аналізуючи рівень домагань, враховано три показники, які характеризують ставлення до навчання:

1) результат академічної успішності, який відповідає максимальному стрибку негативних емоцій (негативній корисності, бажаності);

2) результат, що відповідає переходу негативних емоцій у позитивні;

3) результат, який відповідає рівню домагань, тобто максимальному позитивному стрибку позитивних емоцій.

Зазначене дає змогу оцінити динаміку навчання. Особливість загального алгоритму індивідуального навчання з орієнтацією на основні домінанти та рівні домагань полягає у його циклічності. З одного боку, схильні до ризику учні мають кращі показники в навчанні, а з іншого – зазначена основна навчальна домінанта є більш сталою. Тому особистісно-орієнтоване навчання запроваджують так, щоб випробуваний (незалежно від основної навчальної домінанти) досяг відповідного рівня домагань.

Наступним етапом постає зміна його основної навчальної домінанти для осіб: несхильних до ризику – на байдужість чи схильність до ризику; байдужих до ризику – на схильність до ризику. Особливу увагу приділяють учням, схильним до ризику, адже покращення власних результатів навчання забезпечується за умови послідовного збільшення кількості завдань конструктивно-варіативного та творчого характеру.

### Висновки до розділу 4

Узагальнюючи отримані та подані в розділі 4 нові наукові результати необхідно вказати на найбільш суттєві з них.

1. Обґрунтовано необхідність врахування кваліметричних мотиваційних показників у процесі управління НВП. Такими показниками можуть бути основна навчальна домінанта, а також рівень домагань, як найбільш стабільні структуроутворюючі властивості особистості учнів. Кваліметрію мотивації учасників НВП здійснюють із застосуванням моделей ризику стохастичного характеру.

2. Розроблено теоретичний зв'язок стратегій і наслідків діяльності з управління НВП в умовах стохастичного ризику. Розроблено процедури та запропоновано три алгоритми побудови проактивних кваліметричних моделей основної навчальної домінанти в процесі виявлення характеристик учасника НВП під час прийняття рішень у ризикованих навчальних ситуаціях.

3. Побудовано емпіричні моделі основної навчальної домінанти на множині показників РНД, виміряних у 12-бальній і 100-бальній шкалах. Беручи за основу корисність результатів навчання встановлено співвідношення осіб несхильних, байдужих та схильних до ризику:

– на континуумі 12-бальної шкали:  $HC : B : C \Rightarrow 8 : 8 : 113 \Rightarrow 1 : 1 : 14$ ;

– на континуумі 100-бальної шкали 100 % випробуваних продемонстрували навчальну домінанту «схильність до ризику».

4. Запропоновано процедуру побудови кваліметричних проактивних моделей виявлення рівнів домагань учасників НВП. Кваліметрія здійснюється шляхом побудови за формально необмеженою кількістю точок оціночних функцій корисності показників РНД для відкритих задач прийняття рішень. З аналізу індивідуальних емпіричних функцій корисності встановлено, що рівень домагань на множині РНД, визначених на континуумі 12-бальної шкали становить 9,3 балів, а на континуумі 100-бальної шкали – 83,1 балів, що взаємно узгоджується і відповідає вимогам МОН України до конструктивно-варіативного РНД.

5. Побудовано субмодель управління особистісно-орієнтованим навчанням учнів з урахуванням основної навчальної домінанти та рівнів домагань.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Узагальнюючи отримані та подані в цій монографії нові наукові результати, пов'язані із використання системно-інформаційної кваліметрії в управлінні НВП, варто вказати на такі найбільш суттєві положення.

1. З аналізу досліджень системно-інформаційних основ управління НВП випливає багатогранність підходів до визначення як наукових засад управління, так і механізмів цього процесу. Виявлено, що управління має міждисциплінарний характер і синтезує різні науки. Більшість науковців тлумачить поняття «управління» як вид людської діяльності, що спрямований на забезпечення функціонування та розвиток керованого об'єкта та базується на управлінських процесах, знаннях про них, їх організацію і засоби перебігу. Управління НВП – це управління динамічними змінами в системі діяльності учасників цього процесу (суб'єкта й об'єкта управління). Для здійснення цього необхідно знати, які саме зміни відбуваються, які кваліметричні показники їх характеризують, як впливати на зазначені зміни.

2. Діяльність учасників управління НВП розглядають як безперервний ланцюг рішень, що виробляються і реалізуються ними в явних та неявних формах і під впливом багатьох чинників різної природи. Оскільки управління здійснюють за певними кваліметричними показниками, то це передбачає можливість застосування для їх визначення методів теорії кваліметрії. Розкрито сутність і сучасні особливості реалізації кваліметрії в системному управлінні НВП закладів освіти. Поняття якості освіти розглянуто як філософську категорію, а також в контексті споживчої якості, що відкриває перспективи для застосування у процесах кваліметрії та управління НВП методів теорії якості та теорії корисності.

3. Показано, що ефективна реалізація компетентнісного підходу в формуванні сучасного випускника будь-якого закладу освіти є неможливою без здійснення адекватної кваліметрії відповідних компетентностей у прийнятній шкалі вимірювань. Причому встановлено, що кваліметрія компетенцій соціально-гуманітарного змісту лише декларується, однак жодним чином не реалізується через відсутність відповідного теоретичного та математичного забезпечення. Таким чином, процедура вимірювання характеристик об'єктів НВП є головною проблемою аналізу людської діяльності в цій сфері.

4. Відповідно до аналізу дидактичних особливостей моделей кваліметрії знань встановлено, що для потреб досліджень більш прийнятними з них є моделі, які побудовано на засадах нечіткої логіки, а також моделі

інтегративної, тобто цілісної оцінки знань. Доведено, що лише інтегративній оцінці РНД притаманна системна властивість емерджентності. Оскільки на сучасному етапі не розроблено методологічний апарат для ефективної кваліметрії усього спектру компетентностей учнів, то обґрунтовано можливість дефазифікації бальних оцінок найбільш уживаних шкал і привласнення їм відповідних коефіцієнтів бажаності, що дає змогу отримати однорідні «зважені» показники, з якими можна здійснювати будь-які математичні перетворення. Обґрунтовано оптимізаційний зміст мультиплікативної функції бажаності Харрінгтона, яку необхідно застосовувати для отримання інтегративних оцінок компетентностей учнів.

5. Розкриваючи сутність системно-інформаційної кваліметрії показників і характеристик НВП для потреб його управління було виявлено відмінність між кваліметрією і системним аналізом. Встановлено, що ці два наукових напрями розв'язують відповідні проблеми за наявних альтернатив, які базуються на теорії прийняття рішень. Доведено, що поєднання теорій і методів кваліметрії, теорії якості, теорії корисності, методів системного аналізу та прийняття рішень забезпечують можливість суттєво розширити застосування кваліметрії в дидактиці. Що дало змогу наповнити конкретним змістом поняття «системно-інформаційна кваліметрія», під яким розумітимемо системно-організований збір якісно-кількісної інформації про дидактичні показники, потрібні для прийняття рішень та управління НВП. Застосовуючи адаптовану для потреб досліджень методологію системного аналізу, було розроблено структурну модель системно-інформаційної кваліметрії в управлінні НВП, яка враховує особливості фізичної сутності досліджуваних процесів, а також акцентує увагу на кваліметрії та прийнятті рішень, що пронизують усі етапи управління. Зазначена модель є підґрунтям для розробки сімейства субмоделей управління НВП за різноманітними кваліметричними показниками і характеристиками.

6. Здійснено теоретичне обґрунтування параметричних і непараметричних способів встановлення індивідуальних та групових систем переваг. За допомогою методів теорії вимірів встановлено, що кваліметрія РНД учнів має відбуватися в абсолютних та лінгвістичних шкалах, а переваги людини, яка приймає рішення, у НВП, що суттєво впливає на якість його управління, – у шкалах впорядкування.

7. Теоретично обґрунтовано, що абсолютні шкали кваліметрії знань мають формуватися шляхом вирішення однокрокових задач прийняття рішень з векторним показником ефективності. Доведено, що в такому разі відповідна модель агрегації має враховувати не лише успішність виконання навчальних завдань, а й показники їх розрізненості та складності. Це дає змогу статистично-вірогідно встановлювати їх перцептивно-

продуктивний, репродуктивний, конструктивно-варіативний і творчий внесок у формування 100-бальної шкали.

8. Враховуючи вади статистично-імовірнісних моделей кваліметрії знань, обґрунтовано і перевірено нечіткі моделі кваліметрії та порівняння РНД учнів, визначених у різних оціночних системах. Модель уявляється як функції належності лінгвістичної змінної «РНД», розмірність якої відповідає прийнятій якісній шкалі, а аргументом функції постає континуум 100-бальної шкали. Це забезпечило можливість здійснювати перехід між шкалами з чітко визначеною впевненістю, що дорівнює значенню функції належності щодо відповідності якісної оцінки кількісному показнику абсолютної шкали. Введено та реалізовано імперативні критерії для впевненого встановлення РНД, що відповідає «прохідному» балу будь-якої шкали.

9. Здійснено дефазифікацію оцінок бальних шкал шляхом привласнення їм відповідних коефіцієнтів бажаності, отриманих за допомогою методу розстановки пріоритетів, відомого також як «задача про лідера». Реалізовано мультиплікативний підхід до визначення як інтегративній оцінки РНД учнів, так і інших компетенцій, які мають формуватися в них упродовж навчання у закладах вищої освіти. Обґрунтовано, що саме цій інтегративній оцінці притаманна системна властивість емерджентності. Доведено, що застосування мультиплікативного підходу для отримання зазначеної інтегративної оцінки дає змогу отримати більш надійні оцінки, ніж під час застосування звичайного адитивного підходу. Ефективність запропонованого підходу проілюстрована на прикладах запобігання так званих помилок I–II роду, коли оцінки відповідно завищуються/занижуються.

10. Обґрунтовано нечіткі кваліметричні моделі гармонізації навчального навантаження тих, хто навчається, шляхом виявлення та перерозподілу резервів аудиторного навантаження. Достовірність отриманих результатів забезпечена чіткістю формулювання завдання дослідження та його методологічного забезпечення, залученням до досліджень представницької вибірки випробуваних, вибором для оброблення експериментальних даних адекватних завданню методів теорії лінгвістичних змінних і нечітких множин, застосуванням методів асоціативної логіки для урахування досвіду досліджень в інших (непедагогічних) напрямках. Це дало змогу розробити субмодель управління НВП за показником розподілу навчального навантаження з урахуванням резервів аудиторних занять.

11. Теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено кваліметричні моделі основних навчальних домінант (схильність, несхильність, байдужість до ризику) і рівнів домагань, побудованих при аргументі – континуумі 12-бальної та 100-бальної шкал. Встановлено, що ці показники визначають когнітивну мотиваційну складову прийняття рішень



учасниками НВП та позитивно впливають на формування їх самоактуалізації на показниках РНД.

Зі встановлених співвідношень учнів із різною навчальною доміантою випливає, що серед них превалює схильність до ризику. Що свідчить про прояв мотивації на досягнення успіху.

Розроблено субмодель особистісно-орієнтованого навчання з урахуванням зазначених мотиваційних чинників прийняття рішень, яка спрямована на активне формування в учнів мотивації на досягнення успіхів у навчанні.

Достовірність отриманих результатів забезпечується:

- представницькою кількістю випробуваних учнів;
- обґрунтованістю та суворістю науково-методологічного забезпечення експерименту, адекватного цілям і задачам досліджень;
- можливістю підтвердження головних положень і тенденцій у процесі відтворення експерименту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Аванесов В. С.* Композиция тестовых заданий / В. С. Аванесов. – М. : Адепт, 1998. – 217 с.
2. *Аванесов В. С.* Основные понятия и положения математической теории измерений (Item Response Theory) [Электронный ресурс] / В. С. Аванесов. – Режим доступа: <http://testolog.narod.ru/theory60.html>. – Загл. с экрана.
3. *Аванесов В. С.* Тесты в социологическом исследовании / В. С. Аванесов. – М. : Наука, 1982. – 199 с.
4. *Авиационные цифровые системы контроля и управления* / под ред. В. А. Мясникова, В. П. Петрова. – Л. : Машиностроение, 1976. – 608 с.
5. *Адлер Ю. П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 278 с.
6. *Азгальдов Г. Г.* Квалиметрия для всех : учеб. пособие / Г. Г. Азгальдов, А. В. Костин, В. В. Садовов. – М. : ИнформЗнание, 2012. – 165 с.
7. *Азгальдов Г. Г.* О квалиметрии / Г. Г. Азгальдов, Э. П. Райхман ; под ред. А. В. Гличева. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 172 с.
8. *Айвазян С. А.* Классификация многомерных наблюдений / С. А. Айвазян, З. И. Бежаева, О. В. Староверов. – М. : Статистика, 1974. – 240 с.
9. *Акофф Р.* О целеустремленных системах / Р. Акофф, Ф. Эмери ; пер. с англ. Г. В. Рубальского ; под ред. И. А. Ушакова. – М. : Совет. радио, 1974. – 272 с.
10. *Аксіологічний потенціал державного управління освітою: навч. посіб.* – Київ : Освіта України, 2005. – 217 с.
11. *Алексеева Л. Ф.* Интегральные критерии оценки компетентности студентов технических университетов [Электронный ресурс] / Л. Ф. Алексеева, О. Г. Берестнева, Г. Е. Шевелев // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/103-6383>. – Загл. с экрана.
12. *Алексеев О. М.* Визначення складності тестових завдань за методом парних порівнянь / О. М. Алексеев // Педагогічний дискурс. – 2010. – Вип. 8. – С. 6–9.
13. *Алексеев О. М.* Персоналізація контролю знань студентів у імітаційній моделі / О. М. Алексеев, О. М. Король // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. – 2012. – № 12. – С. 231–235. – (Серія 2 «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання»).
14. *Алтунин А. Е.* Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях : монография / А. Е. Алтунин, М. В. Семухин. – Тюмень : ТГУ, 2000. – 352 с.
15. *Ананьев Б. Г.* Человек как предмет познания / Б. Г. Ананьев. – СПб. : Питер, 2001. – 288 с.

16. Анастаси А. Психологическое тестирование : в 2-х кн. / А. Анастаси ; пер. з англ. ; под ред. К. М. Гуревича, В. И. Лубовского. – Кн. 1. – М. : Педагогика, 1982. – 320 с.; Кн. 2. – М. : Педагогика, 1982. – 336 с.
17. Андреев А. А. Педагогика высшей школы. Новый курс / А. А. Андреев. – М. : Москов. междунар. ин-т эконометрики, информатики, финансов и права, 2002. – 264 с.
18. Андреев А. Б. Разработка интеллектуальных средств обучения / А. Б. Андреев, Ю. Е. Усачев // Телематика 2002 : материалы Всерос. науч.-метод. конф. – СПб., 2002.
19. Анненкова І. П. Моніторинг якості вищої освіти в умовах кредитно-модульної системи організації навчального процесу : навч. посіб. / І. П. Анненкова, Є. Л. Стрельцов, М. В. Ткаченко. – Одеса : Фенікс, 2011. – 180 с.
20. Ануфрієва О. Л. Оцінка рівня всебічного розвитку особистості молодих школярів / О. Л. Ануфрієва // Початкова школа. – 1998. – № 12. – С. 41–43.
21. Ануфрієва О. Л. Оцінювання роботи загальноосвітнього навчального закладу 1-го ступеня за кінцевими результатами : курс лекцій / О. Л. Ануфрієва. – Київ : Міленіум, 2003. – 32 с.
22. Анфилатов В. С. Системный анализ в управлении : учеб. пособие / В. С. Анфилатов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
23. Аркаева Р. П. Квалиметрический подход в управлении качеством образования студентов / Р. П. Аркаева // Вектор науки ТГУ. – 2012. – № 1 (8). – С. 38–40.
24. Артемьева Е. Ю. Вероятностные методы в психологии / Е. Ю. Артемьева, Е. М. Мартынов. – М. : МГУ, 1975. – 206 с.
25. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С. И. Архангельский. – М. : Высшая школа, 1980. – 368 с.
26. Архангельський В. І. Нейронні мережі в системах автоматизації / В. І. Архангельський, І. М. Богасенко, Г. Г. Грабовський, М. О. Рюмшин. – Київ : Техніка, 1999. – 364 с.
27. Атанов Г. А. Обучение и искусственный интеллект, или основы современной дидактической высшей школы / Г. А. Атанов, И. Н. Пустынникова. – Донецк : ДООУ, 2002. – 504 с.
28. Аткинсон Р. Человеческая память и процесс обучения / Р. Аткинсон ; пер. с англ. – М. : Прогресс, 1980. – 528 с.
29. Афанасьев В. В. Анализ принципиальных возможностей педагогического менеджмента / В. В. Афанасьев, И. В. Афанасьев // Деп. ВНИИВО. – 1997. – № 155-97. – 10 с.
30. Бабак В. П. Безпека авіації / В. П. Бабак, Ю. П. Харченко, В. О. Максимов [та ін.] ; за ред. В. П. Бабака. – Київ : Техніка, 2004. – 584 с.
31. Бабина Н. Г. Современное российское дистанционное обучение: проблемы качества [Электронный ресурс] / Н. Г. Бабина // Телематика – 2009: труды XVI Всерос. науч.-метод. конф. – Режим доступа: [http://tm.info.ru/tm2009/db/doc/get\\_thes.php?id=45](http://tm.info.ru/tm2009/db/doc/get_thes.php?id=45). – Загл. с экрана.

32. *Бабкина Л. Н.* Применение квалиметрического подхода в управлении региональной экономикой / Л. Н. Бабкина, О. В. Скотаренко // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2013. – № 4 (175). – С. 45–52. – (Серия «Экономические науки»).
33. *Бадоев Т. Л.* Методика изучения структуры мотивов трудовой деятельности / Т. Л. Бадоев // Проблемы индустриальной психологии. – Ярославль, 1981. – С. 15–33.
34. *Байденко В. И.* Образовательные стандарты: сущность и организация / В. И. Байденко // Регионология. – Саранск : Госковуз Россия, 1998. – № 2. – С. 7–12.
35. *Баранов В. А.* Теория систем и системный анализ в управлении организациями : справочник / В. А. Баранов, Л. С. Болотова, В. Н. Волкова ; под ред. В. Н. Волковой, А. А. Емельянова. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 848 с.
36. *Батищев Д. И.* Методы оптимального проектирования : учеб. пособие для вузов / Д. И. Батищев. – М. : Радио и связь, 1984. – 248 с.
37. *Беляев Л. С.* Решение сложных оптимизационных задач в условиях неопределенности / Л. С. Беляев. – Новосибирск : Наука, 1978. – 126 с.
38. *Березняк Е. С.* Важнейшее звено управления школою / Е. С. Березняк. – Київ : Рад. школа, 1981. – 151 с.
39. *Берещук М.* Науково-методичні основи визначення рейтингу та вдосконалення системи підвищення якості освіти / М. Берещук, Г. Стадник, В. Некос // Вища школа. – 2003. – № 4–5. – С. 31–42.
40. *Берещук М.* Тестовий контроль та рейтингова оцінка знань студентів : метод. рек. / М. Берещук, І. Дмитрієв. – Харків : ХДАМГ, 2001. – 43 с.
41. *Берж К.* Теория графов и ее применение / К. Берж ; пер. с. франц. – М. : ИЛ, 1962. – 320 с.
42. *Беркман Л. Н.* Аналіз концептуальних основ організації і телекомунікаційного управління сучасними телекомунікаційними мережами / Л. Н. Беркман, С. В. Толупа // Сучасні інформаційно-комунікаційні технології «COMINFO-2007» : матеріали III Міжнар. наук.-техн. конф. (Київ, 24–28 верес. 2007 р.). – Київ, 2007. – С. 134–139.
43. *Бешелев С. Д.* Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М. : Статистика, 1980. – 263 с.
44. *Белова Л. О.* Проблеми та завдання розвитку виховної системи ВНЗ / Л. О. Белова // Мультиверсум. Філософський альманах. – 2005. – № 46. – С. 220–227.
45. *Битинас Б. П.* Многомерный анализ в педагогике и педагогической психологии / Б. П. Битинас. – Вильнюс, 1971. – 347 с.
46. *Бірюков Ю. Ю.* Класичні критерії прийняття рішень у визначенні групових переваг авіадиспетчерів на чинниках безпеки професійної діяльності / Ю. Ю. Бірюков // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2011. – № 9. – С. 189–194.
47. *Блаумберг И. В.* Проблема целостности и системный поход / И. В. Блаумберг. – М. : Эдиториал УРСС, 1997. – 440 с.

48. *Блумберг В. А.* Какое решение лучше? Метод расстановки приоритетов / В. А. Блумберг, В. Ф. Глушенко. – Л. : Лениздат, 1982. – 160 с.
49. *Блюмин С. Л.* Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности / С. Л. Блюмин, И. А. Шуйкова. – Липецк : ЛЭГИ, 2001. – 139 с.
50. *Бодров В. И.* Математические методы принятия решений / В. И. Бодров, Т. Я. Лазарева, Ю. Ф. Мартемьянов. – Тамбов : ТГТУ, 2004. – 124 с.
51. *Божович Л. И.* Проблемы формирования личности / Л. И. Божович. – Москва ; Воронеж, 1977. – 352 с.
52. Болонський процес у фактах і документах (Сорбонна-Болонья-Саламанка-Прага-Берлін) / упоряд.: М. Ф. Степко, Я. Я. Болюбаш, В. Д. Шинкарук [та ін.]. – Тернопіль : Вид-во ТДПУ ім. В. Гнатюка, 2003. – 52 с.
53. *Болотов В. А.* Виды и назначение программ оценки обучения школьников / В. А. Болотов // Педагогика. – 2013. – № 8. – С. 15–26.
54. *Болотов В. А.* Системы оценки качества образования : учеб. пособ. / В. А. Болотов, Н. Ф. Ефремова. – М. : Логос, 2007. – 192 с.
55. *Болюбаш Я. Я.* Організація навчального процесу у вищих закладах освіти : навч. посіб. для слухачів закладів підвищення кваліфікації системи вищої освіти / Я. Я. Болюбаш. – Київ : КОМПАС, 1997. – 64 с.
56. *Бондар В. І.* Теоретичні основи і технологія педагогічного аналізу: управлінський аспект : навч. посіб. / В. І. Бондар. – Київ : УДПУ, 1996. – 67 с.
57. *Бондар В.* Теорія і технологія управління процесом навчання в школі: навч. посіб. / В. Бондар. – Київ : Школяр, 2000. – 101 с.
58. *Бондаренко А. А.* Новаторство школи В. Г. Горецкого / А. Л. Бондаренко // Начальная школа. – 2014. – № 7. – С. 11–16.
59. *Бондаренко І. Г.* Спортивна метрологія : метод. рек. / І. Г. Бондаренко. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2012. – 104 с.
60. *Бондаренко М. Ф.* Оценивание тестовых заданий разных типов и определение их уровня сложности / М. Ф. Бондаренко, В. В. Семенец, Н. В. Белоус [и др.] // Штучний інтелект. – 2009. – № 4. – С. 322–329.
61. *Бондаренко Н. И.* Методология системного подхода к решению проблем: история, теория, практика / Н. И. Бондаренко. – СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского ун-та экономики и финансов, 1997. – 388 с.
62. *Бордовская Н. В.* Педагогическая системология : учеб. пособие / Н. В. Бордовская. – М. : Дрофа, 2009. – 464 с.
63. *Борисов А. Н.* Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Г. В. Меркурьева [и др.]. – М. : Радио и связь, 1989. – 304 с.
64. *Борисов А. Н.* Принятие решений на основе нечетких моделей: Примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. – Рига : Зинатне, 1990. – 184 с.

65. *Боришевский М. И.* Развитие саморегуляции поведения школьников : автореф. дис. ... канд. психол. наук : 19.00.07 / М. И. Боришевский ; КГПИ им. М. П. Драгоманова. – К., 1992. – 77 с.
66. *Бороздина Л. В.* Теоретико-экспериментальное исследование самооценки: Место в структуре самосознания, возрастная динамика. Соотношение с уровнем притязаний, влияние на продуктивность деятельности : дис. ... д-ра психол. наук : 19.00.01 / Л. В. Бороздина. – М., 1999. – 413 с.
67. *Братусь Б. С.* Аномалия личности / Б. С. Братусь. – М. : Мысль, 1988. – 301 с.
68. *Братусь Б. С.* Соотношение структуры самооценки и целевой регуляции деятельности в норме и при аномальном развитии / Б. С. Братусь В. Н. Павленко // Вопросы психологии. – 1986. – № 4. – С. 112–119.
69. *Бронштейн И. Н.* Справочник по математике (для инженеров и учащихся вузов) / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев ; пер. с нем. ; под ред. Г. Гроше, В. Циглера. – Лейпциг : Тойбнер ; М. : Наука, 1981. – 719 с.
70. *Бурков В. Н.* Введение в теорию управления организационными системами : учебник / В. Н. Бурков, Н. А. Коргин, Д. А. Новиков ; под ред. Д. А. Новикова. – М. : Либроком, 2009. – 264 с.
71. *Бурков В. Н.* Механизмы функционирования организационных систем / В. Н. Бурков, В. В. Кондратьев. – М. : Наука, 1981. – 384 с.
72. *Бурлачук Л. Ф.* Словарь-справочник по психодиагностике / Л. Ф. Бурлачук, С. М. Морозов. – Київ : Наук. думка, 1989. – 200 с.
73. *Бусленко Н. П.* Лекции по теории сложных систем / Н. П. Бусленко, В. В. Калашников, И. Н. Коваленко. – М. : Советское радио, 1973. – 440 с.
74. *Буцак Г. А.* Тест як інструмент вимірювання навчальних досягнень студента / Г. А. Буцак // Інформатизація навчального закладу. – 2011. – № 703. – С. 60–64.
75. *Буянов В. П.* Рискология (управление рисками) / В. П. Буянов, К. А. Кирсанов, Л. М. Михайлов. – М. : Экзамен, 2003. – 384 с.
76. *Варакин Е. Н.* Принятие решений на основе экспертного оценивания : метод. пособ. / Е. Н. Варакин, В. А. Желудов, В. Н. Бганцов, С. С. Ибнеев. – Л. : ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1988. – 88 с.
77. *Василенко В. О.* Теорія і практика розробки управлінських рішень : навч. посіб. / В. О. Василенко. – Київ : ЦУЛ, 2002. – 420 с.
78. *Васильев В. И.* Основы квалиологии и квалиметрии образования / В. И. Васильев, Т. Н. Тягунова. – М. : Изд. центр ЕАОИ, 2007. – 280 с.
79. *Васильев В. И.* Распознающие системы : справочник / В. И. Васильев. – Киев : Наук. думка, 1983. – 423 с.
80. *Васильев В. И.* Культура компьютерного тестирования. – Ч. 5. Оптимальная оценка уровня учебных достижений тестируемых / В. И. Васильев, В. В. Глухов, Т. Н. Тягунова. – М. : МГУП, 2002. – 75 с.
81. *Вентцель Е. С.* Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. – М. : Наука, 1988. – 208 с.

82. *Вентцель Е. С.* Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – М. : Наука, 1969. – 576 с.
83. *Вербенко М. М.* Використання інтегральної оцінки для визначення рівня розвитку графічних навичок письма у дітей / М. М. Вербенко // Гігієна населених місць. – 2012. – № 59. – С. 313–319.
84. *Вишневський О. І.* Теоретичні основи сучасної української педагогіки : навч. посіб. / О. І. Вишневський. – Вид. 3-є, допов. – Київ : Знання, 2008. – 566 с.
85. *Власенко Н. А.* Критерии построения общества знаний в контексте деятельности ЮНЕСКО / Н. А. Власенко, А. А. Максименко // Управляющие системы и машины. – 2005. – № 6. – С. 10–17.
86. *Власенко Н. А.* Якість освіти: позиція ЮНЕСКО та ситуація в Україні / Н. А. Власенко, А. О. Максименко // Стратегия качества в промышленности и образовании : материалы II Междунар. конф., (Варна, Болгария ; Днепропетровск, 2–9 июня 2006 г.). – Днепропетровск : Пороги, 2006. – С. 12–14.
87. *Волкова В. Н.* Основы теории систем и системного анализа / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. – СПб. : СПбГТУ, 1997. – 510 с.
88. Вопросы образования: Инвариантный подход / Н. И. Резник, О. Г. Берестнева, Л. Ф. Алексеева, Г. Е. Шевелев. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 469 с.
89. *Воробьев Ю. Л.* Управление риском и устойчивое развитие. Человеческое измерение / Ю. Л. Воробьев, Г. Г. Малинецкий, Н. А. Махмутов // Общественные науки и современность. – 2000. – № 6. – С. 150–162.
90. *Воронин А. А.* Оптимальные иерархические структуры / А. А. Воронин, С. П. Мишин. – М. : ИПУ РАН, 2003. – 214 с.
91. Высшее образование в XXI веке. Подходы и практические меры : Всемирная конференция по высшему образованию ЮНЕСКО (Париж, 5–9 октяб. 1998 г.). – М. : СГУ, 1999. – 36 с.
92. *Гвашиани Д. М.* Организация и управление / Д. М. Гвашиани. – М. : Наука, 1972. – 536 с.
93. *Гегель Г. В. Ф.* Работы разных лет : в 2-х т. / Г. В. Ф. Гегель ; сост. общ. ред. и вступ. статья А. В. Гулыги. – Т. 1. – М. : Мысль, 1970. – 671 с.; Т. 2. – М. : Мысль, 1971. – 630 с.
94. *Генов Ф.* Психология управления / Ф. Генов. – М. : Прогресс, 1982. – 422 с.
95. *Герасимов Б. М.* Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень : навч. посіб. / Б. М. Герасимов, В. М. Локазюк, О. Г. Оксіюк, О. В. Поморова. – Київ : Вид-во Європейського ун-ту, 2007. – 335 с.
96. *Герасимов Б. М.* Нечеткие множества в задачах проектирования, управления и обработки информации / Б. М. Герасимов, Г. Г. Грабовский, Н. А. Рюмшин. – Киев : Техніка, 2002. – 140 с.
97. *Герасимов Б. М.* Організаційна ергономіка: Методи та алгоритми досліджень і проектування : монографія / Б. М. Герасимов, В. В. Камишин. – Київ : Інформ. системи, 2009. – 212 с.

98. *Герасимов Б. М.* Проекування та застосування експертно-навчальних систем : монографія / Б. М. Герасимов, О. Г. Оксіюк, С. А. Шворов. – Київ : Вид-во Європейського ун-ту, 2008. – 263 с.
99. *Герасимов Б. М.* Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта / Б. М. Герасимов, В. А. Тарасов, И. В. Токарев. – Киев : Наук. думка, 1993. – 184 с.
100. *Гидлевский А. В.* Простой метод оценки трудности учебных тестовых заданий / А. В. Гидлевский // Интеграция образования. – 2010. – № 4. – С. 20–24.
101. *Гласс Дж.* Статистические методы в педагогике и психологии / Дж. Гласс, Дж. Стенли ; общ. ред. Ю. П. Адлера ; пер. с англ. Л. И. Харусовой. – М. : Прогресс, 1976. – 496 с.
102. *Глибовець М. М.* Аналіз тестових завдань на основі статистичної обробки результатів тестування / М. М. Глибовець, О. Ю. Остапенко // Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка. – 2010. – № 2. – С. 111–115. – (Серія «Фізико-математичні науки»).
103. *Гличев А. В.* Квалиметрия (ее содержание, задачи, методы) / А. В. Гличев, Я. Б. Шор, И. Б. Погожев [та ін.] // Стандарты и качество. – 1970. – № 11. – С. 30–34.
104. *Гмурман В. Е.* Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М. : Высш. шк., 1999. – 479 с.
105. *Гольдштейн Г. Я.* Основы менеджмента : учеб. пособ. / Г. Я. Гольдштейн. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – Таганрог : Изд-во ТГТУ, 2003. – 250 с.
106. 119. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – М. : Стандарты, 1975. – 26 с.
107. *Грабарь М. И.* Применение математической статистики в педагогических исследованиях: Непараметрические методы / М. И. Грабарь, К. А. Краснянская. – М. : Высш. шк., 1988. – 264 с.
108. *Грабарь М. И.* Применение математической статистики в педагогических исследованиях / М. И. Грабарь, К. А. Краснянская. – М. : Педагогика, 1997. – 136 с.
109. *Гриценко В. И.* Дистанционное обучение теория и практика / В. И. Гриценко, С. П. Кудрявцев, В. В. Колос [и др.]. – Киев : Наук. думка, 2004. – 358 с.
110. *Гриценко В. И.* Критерии выбора программной платформы для сервисов и служб распределенных информационных систем широкого пользования / В. И. Гриценко, Е. А. Котиков, А. А. Урсатьев // Управляющие системы и машины. – 2001. – № 4. – С. 50–60.
111. *Гриценко В. И.* Модель распределенной информационной системы широкого применения / В. И. Гриценко, Е. А. Котиков, А. А. Урсатьев // Управляющие системы и машины. – 1999. – № 5. – С. 32–42.
112. *Гриценко В. И.* Перспективные технологии обучения – основа стратегии построения общества знаний / В. И. Гриценко // Управляющие системы и машины. – 2005. – № 6. – С. 5–9.



113. *Грищенко В. И.* Распределенные информационные системы. Состояние. Перспективы развития / В. И. Грищенко, О. О. Урсатъев // Управляющие системы и машины. – 2003. – № 4. – С. 11–21.
114. *Грищенко В. І.* Розподілені інформаційні системи широкого застосування. Концепція. Досвід розробки і впровадження / В. І. Грищенко, О. А. Урсатъев // Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН України. – Київ : Наук. думка, 2006. – 320 с.
115. *Губанов А. А.* Введение в системный анализ : учеб. пособие / А. А. Губанов, В. В. Захаров, А. Н. Коваленко ; науч. ред. Л. А. Петросян. – Л. : ЛГУ, 1988. – 288 с.
116. *Губинский А. И.* Надежность и качество функционирования эргатических систем / А. И. Губинский. – Л. : Наука, 1982. – 270 с.
117. *Губко М. В.* Управление организационными системами с коалиционным взаимодействием участников / М. В. Губко. – М. : ИПУ РАН, 2003. – 140 с.
118. *Гусева А. И.* Оценка качества методического, математического и программного обеспечения распределенных обучающих систем : дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.11 / А. И. Гусева. – М., 2003. – 386 с.
119. *Гуцало Е. У.* Педагогічне тестування в системі контролю і оцінки якості навчання студентів (на базі дисциплін психолого-педагогічного циклу педагогічного університету) / Е. У. Гуцало. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – 68 с.
120. *Денисов А. А.* Теория больших систем управления : учеб. пособие / А. А. Денисов, Д. Н. Колесников. – Л. : Энергоиздат, 1981. – 238 с.
121. *Дзвінчук Д.* Засади управління і вибір цілей діяльності освітньої системи в контексті європейського виміру / Д. Дзвінчук // Вища освіта України. – 2006. – № 2. – С. 20–26.
122. *Дмитренко Г. А.* Оценка управленческого и инженерного труда / Г. А. Дмитренко, В. В. Якимчук. – Киев : Будівельник, 1989. – 112 с.
123. *Дмитренко Г. А.* Стратегічний менеджмент: цільове управління освітою на основі кваліметричного підходу : навч. посіб. / Г. А. Дмитренко, В. В. Олійник, О. Л. Онуфрієва. – Київ : ІЗМН, 1996. – 140 с.
124. *Дмитренко Г. А.* Управління якістю професійної освіти: підготовка конкурентноспроможних випускників / Г. А. Дмитренко. – Київ ; Севастополь, 2013. – 342 с.
125. *Дмитренко Г. А.* Цільове управління: вимірювання результатів діяльності учнів і педагогів : навч.-метод. посіб. / Г. Д. Дмитренко. – Київ : ІЗМН, 1996. – 140 с.
126. *Дмитриченко М. Ф.* Автономія вищого навчального закладу – вимога Болонської декларації / М. Ф. Дмитриченко // Вища школа : наук.-практ. видання. – 2005. – № 2. – С. 22–34.
127. *Доброленский Ю. П.* Методы инженерно-психологических исследований в авиации / Ю. П. Доброленский, Н. Д. Завалова, В. А. Пономаренко, В. А. Туваев; под ред. Ю. П. Доброленского. – М. : Машиностроение, 1975. – 280 с.

128. Драч І. І. Кваліметрична модель оцінювання умов професійної підготовки майбутніх викладачів вищої школи при реалізації компетентнісно-орієнтованого управління / І. І. Драч // Педагогічний альманах. – 2013. – Вип. 18. – С. 206–212.
129. Дружинин В. Н. Мотивационная сфера личности и ее динамика в процессе профессиональной подготовки / В. И. Ковалев, В. Н. Дружинин // Психологический журнал. – 1982. – Т. 3. – № 6. – С. 35–44.
130. Дубан Р. М. Сплайн-моделі профілів складності питань та знань респондентів в тестовому контролі знань / Р. М. Дубан, І. В. Шелевицький // АСУ и приборы автоматики : всеукр. Межвед. науч.-техн. сб. – Харків : Изд-во ХНУРЭ, 2011. – Вип. 156. – С. 71–77.
131. Дубовицкая Т. К. Проблема диагностики учебной мотивации / Т. К. Дубовицкая // Вопросы психологии. – 2006. – № 1. – С. 73–78.
132. Дудник С. О. Алгоритми побудови функцій корисності пропусків занять для виявлення ставлення студентів ВНЗ до ризику / С. О. Дудник // Наукові праці академії. – Кіровоград : ДЛАУ, 2006. – Вип. XI. – С. 384–392.
133. Дудник С. О. Шляхом болонського процесу: теоретичні основи побудови оціночних функцій корисності характеристик навчально-виховного процесу / С. О. Дудник // Проблеми освіти. – Київ : ІТЗО, 2007. – Вип. 50. – С. 8–14.
134. Дюбуа Д. Теория возможностей: Приложения к представлению знаний в информатике / Д. Дюбуа, А. Прад ; под ред. С. А. Орловского ; пер. с франц. В. Б. Тарасова. – М. : Радио и связь, 1990. – 288 с.
135. Дюк В. DataMining : учебный курс / В. Дюк, А. Самойленко. – СПб. : Питер, 2001. – 368 с.
136. Евланов Л. Г. Экспертные оценки в управлении / Л. Г. Евланов, В. А. Кутузов. – М. : Экономика, 1978. – 133 с.
137. Егорова Е. Е. Еще раз о сущности риска и системном подходе / Е. Е. Егорова // Управление риском. – 2002. – № 2. – С. 9–12.
138. Егорова Л. Е. Системный характер педагогических проблем [Электронный ресурс] / Л. Е. Егорова // Современные научные исследования и инновации. – 2012, июнь. – № 6. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2012/06/14233>. – Загл. с экрана.
139. Електронний ресурс. – Режим доступу: [http://www.iso.org/iso/management\\_standarts.htm](http://www.iso.org/iso/management_standarts.htm). – Назва з екрана.
140. Енциклопедія освіти / голов. ред. В. Г. Кремень. – Київ : Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с.
141. Ермоленко А. Н. Реабилитация аксиологии в современной западной философии / А. Н. Ермоленко // Онтологічні проблеми культури. – Київ : Наук. думка, 1994. – 217 с.
142. Ефремова Н. Ф. Тестовый контроль в образовании : учеб. пособие для студ., получающих образование по педагогическим направлениям и специальностям / Н. Ф. Ефремова. – М. : Логос, 2007. – 368 с.

143. *Свтух М. Б.* Математичне моделювання в психологічних та соціологічних дослідженнях : підручник / М. Б. Свтух, М. С. Кулік, Е. В. Лузік, Т. В. Ільїна. – Київ : Інформ. сист., 2012. – 428 с.
144. *Сльникова Г. В.* Наукові основи адаптивного управління закладами та установами загальної середньої освіти : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 / Г. В. Сльникова; Луган. нац. пед. ун-т ім. Т. Шевченка. – Луганськ, 2005. – 641 с.
145. *Журавлев Ю. И.* Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания и классификации / Ю. И. Журавлев // Проблемы кибернетики. – 1978. – Вып. 33. – С. 5–8.
146. *Журавлев Ю. И.* Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения / Ю. И. Журавлев, В. В. Рязанов, О. В. Сенько. – М. : Фазис, 2006. – 176 с.
147. *Журавський В. С.* Болонський процес: головні принципи входження в Європейський простір вищої освіти / В. С. Журавський, М. З. Згуровський. – Київ : Політехніка, 2003. – 200 с.
148. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде; под ред. Н. Н. Моисеева, С. А. Орловского ; пер. с англ. Н. И. Ринго. – М. : Мир, 1976. – 165 с.
149. *Зайцева Л. В.* Контроль знаний обучаемых с помощью методов линейно-кусочной аппроксимации и вычисления оценок / Л. В. Зайцева, Л. П. Новицкий, Н. О. Прокофьева // Методы и средства кибернетики в управлении учебным процессом высшей школы. – Рига : Рижск. политехн. ин-т, 1989. – С. 39–48.
150. *Зайцева Л. В.* Модели и методы адаптивного контроля знаний [Электронный ресурс] / Л. В. Зайцева, Н. О. Прокофьева // Educational Technology & Society. – 2004. – № 7 (4). – Режим доступа: [http://ifets.ieee.org/russian/depositor/v7\\_i4/html/1.htm](http://ifets.ieee.org/russian/depositor/v7_i4/html/1.htm). – Загл. с экрана.
151. *Зайцева Л. В.* Разработка и применение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ / Л. В. Зайцева, Л. П. Новицкий, В. А. Грибкова ; под ред. Л. В. Ницецкого. – Рига : Зинатне, 1989. – 174 с.
152. Закон України «Про загальну середню освіту» від 13 трав. 1999 р. № 651-XIV (редакція від 28 верес. 2017 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/651-14>. – Назва з екрана.
153. *Занюк С. С.* Психология мотивации. Теория и практика мотивирования. Мотивационный тренинг / С. С. Занюк. – М. : Ника-Центр ; Эльга-Н, 2001. – 352 с.
154. *Занюк С. С.* Психология мотивации : навч. посіб. / С. С. Занюк. – Київ : Либідь, 2002. – 304 с.
155. *Заславская О. Ю.* Система задач для овладения учащимися основной школы содержательным подходом к измерению информации / О. Ю. Заславская, И. В. Левченко. – М. : ИНФО, 2006. – № 11. – С. 68–75.
156. *Заславский А. Е.* Управление качеством услуг информационных технологий / А. Е. Заславский // Качество. Инновации. Образование. – 2007. – № 7. – С. 57–63.

157. Зверева В. И. Как оценить эффективность и действенность управления школой / В. И. Зверева // Менеджмент в управлении школой / под ред. Т. И. Шаповой. – М., 1992. – 75 с.

158. Звонников В. И. Современные средства оценивания результатов обучения : учеб. пособ. / В. И. Звонников, М. Б. Чельшкова. – М. : Академия, 2007. – 224 с.

159. Зеличенко А. И. К вопросу о классификации мотивационных факторов трудовой деятельности и профессионального выбора / А. И. Зеличенко, А. Г. Шмелев // Вестник МГУ. – 1987. – № 4. – С. 33–42. – (Серия 14 «Психология»).

160. Зигель А. Модели группового поведения в системе «человек – машина» / А. Зигель, Д. Вольф. – М. : Мир, 1973. – 261 с.

161. Зінківський Ю. Ф. Методика оцінювання рівнів складності навчальних тестів / Ю. Ф. Зінківський, Г. О. Мірських // Вісник Національного технічного університету України «КПІ». – 2010. – № 41. – С. 157–163. – (Серія «Радіотехніка. Радіоапаратобудування»).

162. Иваненко В. И. Проблема неопределенности в задачах принятия решений / В. И. Иваненко, В. А. Лабковский. – Киев : Наук. думка, 1990. – 134 с.

163. Иванников А. Д. Оценка качества информационно-образовательного WWW-сервера образовательного учреждения / А. Д. Иванников, Е. А. Леонтьева // Качество. Инновации. Образование. – 2007. – № 7. – С. 23–26.

164. Ивахненко А. Г. Индуктивный метод самоорганизации сложных систем / А. Г. Ивахненко. – Киев : Наук. думка, 1982. – 296 с.

165. Ивашкин Ю. А. Мультиагентное имитационное моделирование образовательного процесса накопления знаний / Ю. А. Ивашкин // Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД – 2011) : тр. V Всерос. науч.-практ. конф. по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности, (Санкт-Петербург, 19–21 окт. 2011 г.) : в 2-х т. – Т. I. – СПб. : Центр технологии и судостроения, 2011. – С. 109–115.

166. Ильченко О. А. Задача оптимизации образовательных технологий в распределенных системах обучения [Электронный ресурс] // Информационные технологии в образовании (ИТО – 2006) : материалы XVI Междун. конф.-выставки, (Москва, 6–10 нояб. 2006 г.) – Режим доступа: <http://ito.edu.ru/2006/Moskow/III/2/III-2-6731.html>. – Загл. с экрана.

167. Инамов Д. Д. Введение квалиметрического подхода в национальную систему образования / Д. Д. Инамов // Актуальные вопросы современной педагогики : материалы IV междунар. науч. конф. (Уфа, нояб. 2013 г.). – Уфа : Лето, 2013. – С. 160–162.

168. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика / К. Ингенкамп ; пер. с нем. – М. : Педагогика, 1991. – 240 с.

169. Ительсон Л. Б. Математические и кибернетические методы в педагогике / Л. Б. Ительсон. – М. : Просвещение, 1964. – 268 с.

170. Інформаційні технології в управлінні вищими навчальними закладами : метод. посіб. / О. В. Співаковський, Д. Є. Щедролосьєв, Н. М. Чаловська [та ін.]. – Херсон : Айлант, 2005. – 212 с.
171. *Кабальнов Ю. С.* Оценка эффективности систем электронного обучения / Ю. С. Кабальнов, Н. С. Минасова, С. В. Тархов // Телематика – 2008 : тр. XV Всерос. науч.-метод. конф. – (Санкт-Петербург, 23–26 июня 2008 г.). – Т. 2. – С. 511–513.
172. *Калман Р.* Очерки по математической теории систем / Р. Калман, Ф. Фалб, М. Арбиб. – М. : Мир, 1971. – 400 с.
173. *Калмыков А. А.* Системный анализ образовательных технологий / А. А. Калмыков. – Пермь : Изд-во Перм. ун-та, 2002. – 160 с.
174. *Камишин В. В.* «Острів знань» : нові обшири / В. В. Камишин, О. В. Лісовий // Інноваційні технології навчання обдарованої молоді : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 8–9 груд. 2011 р.). – Київ : ІОД НАПН України, 2011. – С. 235–242.
175. *Камишин В. В.* «Трикутник ризиків» у процедурах виявлення можливості опанування навчальними дисциплінами / В. В. Камишин, О. М. Рева, А. М. Панасюк // Навчання і виховання обдарованої дитини: теорія та практика. – 2012. – № 2. – С. 154–161.
176. *Камишин В. В.* Використання розподілених інформаційних ресурсів в навчальному процесі : метод. рек. / за ред. В. В. Камишина, О. Є. Стрижака. – Київ : Інформ. ресурси, 2010. – 228 с.
177. *Камишин В. В.* Від концепції до впровадження ідей освіти обдарованих дітей України / В. В. Камишин // Навчання і виховання обдарованої дитини: теорія та практика : зб. наук. пр. – 2012. – Вип. 7. – С. 137–141.
178. *Камишин В. В.* Врахування людського чинника при моделюванні взаємодії учасників діади «викладач – студент» / В. В. Камишин // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2014. – № 5 (25). – С. 40–46.
179. *Камишин В. В.* Дефазифікація бальних шкал для отримання коефіцієнтів бажаності їх оцінок / В. В. Камишин // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2013. – № 11 (18). – С. 53–60.
180. *Камишин В. В.* Імперативи у встановленні прохідного балу рівнів навчальних досягнень студентів / В. В. Камишин // Навчання і виховання обдарованої дитини: теорія та практика. – 2013. – Вип. 11. – С. 49–59.
181. *Камишин В. В.* Інформаційні технології формування сучасних систем знань як основа інноваційного розвитку освіти / В. Ю. Величко, В. В. Камишин, О. Є. Стрижак // Інноваційні технології навчання обдарованої молоді : матеріали міждисциплінарної наук.-практ. конф. (Київ, 8–9 груд. 2010 р.). – Київ : ІОД НАПН України, 2010. – С. 23–32.
182. *Камишин В. В.* Класичні критерії прийняття рішень в оцінці ризику – невизначеності групової системи переваг / В. В. Камишин // АВІА-2013 : матеріали XI Міжнар. наук.-техн. конф. (Київ, 21–23 трав. 2013 р.). – Т. 4. – Київ : НАУ-друк, 2013. – С. 22.5–22.11.

183. *Камишин В. В.* Нечітка модель виявлення ставлення старшокласників до оцінок 200-бальної шкали / В. В. Камишин // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: матеріали міжнар. наук. конф. (Сьватопорія, 20–24 трав. 2013 р.). – Херсон : ХНТУ, 2013. – С. 153–155.

184. *Камишин В. В.* Нечітка модель прийняття рішень щодо якісної диференціації кількісних оцінок 200-бальної шкали / В. В. Камишин // Штучний інтелект. – 2013. – № 1 (59). – С. 225–232.

185. *Камишин В. В.* Нечітка модель управління навчально-виховним процесом. / В. В. Камишин // Навчання і виховання обдарованої дитини: теорія та практика. – 2011. – Вип. 6. – С. 94–100.

186. *Камишин В. В.* Особливості врахування людського чиннику в процесах професійної підготовки авіаційних операторів / В. В. Камишин // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. – 2014. – Ч. 1. – С. 134–144.

187. *Камишин В. В.* Оцінювання академічної обдарованості / В. В. Камишин, О. Ю. Буров // Інноваційні технології в дошкільній освіті України: розвиток дитячої обдарованості та креативності : матеріали Всеукр. наук.-практ. семін. Ін-ту розвитку дитини НПУ імені М. П. Драгоманова (Київ, 19 квіт. 2012 р.). – Київ : НЦ МАН України, 2012. – С. 125–127.

188. *Камишин В. В.* Оцінювання обдарованості: проблеми кількісної міри / В. В. Камишин, О. Ю. Буров // Навчання і виховання обдарованої дитини: теорія та практика. – 2009. – Вип. 2. – С. 5–9.

189. *Камишин В. В.* Пілотна оцінка рівнів домагань майбутніх авіадиспетерів на множині пропусків занять / В. В. Камишин, О. М. Рева, А. М. Панасюк // Навчання і виховання обдарованої дитини: теорія та практика. – 2013. – Вип. 10. – С. 123–131.

190. *Камишин В. В.* Процедура фазифікації / дефазифікації балів шкал оцінювання / В. В. Камишин, О. М. Рева, Л. М. Макаренко, О. М. Медведенко // Електроніка та системи управління. – 2012. – № 3 (33). – С. 53–62.

191. *Камишин В. В.* Психолого-педагогічний супровід обдарованих дітей з використанням сучасних інформаційних технологій / В. В. Камишин, С. М. Суліма // Розвиток дослідницьких здібностей обдарованих дітей та молоді : матеріали Всеукр. конф. (Житомир, 11–12 трав. 2011 р.). – Київ : ІОД НАПН України, 2011. – С. 393–402.

192. *Камишин В. В.* Рекомендації та алгоритми управління навчальним процесом з урахуванням основних домінант та рівнів домагань студентів / В. В. Камишин // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2014. – № 4 (23). – С. 52–59.

193. *Камишин В. В.* Розв'язання проблем інформатизації освіти як передумова побудови інформаційного суспільства / В. В. Камишин, О. В. Лісовий // Сучасний погляд на обдарованість та розвиток талантів : матеріали II Міжнар. наук.-практ. семінару (Київ, 22–23 серп. 2011 р.). – Київ : ІОД НАПН України, 2011. – С. 238–247.

194. *Камишин В. В.* Розробка рекомендацій з індивідуалізації професійної підготовки авіаційних операторів / В. В. Камишин // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (МІНТТ-2013) : зб. матеріалів V Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 28–30 трав. 2013 р.) : у 2-х т. – Херсон : Херсон. Держ. мор. акад., 2013. – Т. 2. – С. 16–20.

195. *Камишин В. В.* Системно-інформаційна технологія встановлення основних домінант у мотивації студентів для закритої задачі прийняття рішень щодо пропусків занять [Електронний ресурс] / В. В. Камишин // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – Т. 39. – № 1. – С. 66–74. – Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua>. – Назва з екрана.

196. *Камишин В. В.* Системно-інформаційний аналіз ефективності шкал кваліметрії академічної обдарованості / В. В. Камишин // Проблеми інформатизації та управління. – 2013. – Вип. 2 (42). – С. 45–55.

197. *Камишин В. В.* Системологія невизначеності людського чиннику у навчально-виховному процесі / В. В. Камишин, К. Д. Гуляев // Моделювання особистісно-розвивального середовища обдарованої дитини : матеріали Всеукр. конф., (Київ, 11–12 жовт. 2011 р.). – Київ : ІОД НАПН України, 2011. – С. 190–206.

198. *Камишин В. В.* Теоретико-методологічні основи системно-інформаційної кваліметрії в управлінні навчально-виховним процесом : монографія / В. В. Камишин. – Київ : ІОД НАПН України, 2013. – 214 с.

199. *Камишин В. В.* Теоретичні основи проектування інформаційних середовищ як педагогічних систем, спрямованих на підтримку творчої діяльності учнів : монографія / В. В. Камишин, В. Ю. Величко, С. А. Комов [та ін.] ; за ред.: В. В. Камишина, О. Є. Стрижака. – Київ : Інформ. системи, 2010. – 194 с.

200. *Камишин В. В.* Формування абсолютних шкал тестової кваліметрії знань вирішенням однокрокової задачі прийняття рішень з векторним показником ефективності / В. В. Камишин // Проблеми інформатизації та управління. – 2012. – № 4 (4). – С. 28–33.

201. *Камишин В. В.* Формування професійної готовності авіадиспетчерів у процесі побудови групової системи переваг на множині характерних помилок [Електронний ресурс] / В. В. Камишин // Теорія та методика управління освітою. – 2014. – № 1 (14). – Режим доступу: <http://umo.edu.ua/elektronne-naukove-faxove-vidannya-qteorya-ta-metodika-upravlnnya-osvtoyuq/katalog>. – Назва з екрана.

202. *Камишин В. В.* Шкали кваліметрії у дидактиці / В. В. Камишин // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2014. – № 1 (20). – С. 50–60.

203. *Камишин В. В.* Актуальні проблеми кількісної міри обдарованості / В. В. Камишин // Вісник Прикарпатського університету. – 2014. – Вип. 51. – С. 144–147. – (Серія «Педагогіка»).

204. *Камышин В. В.* Источники неопределенности человеческого фактора в дидактике / В. В. Камышин // Information Technologies & Knowledge. – 2012. – Vol. 6. – No. 4. – P. 385–397.

205. Камышин В. В. Модели нечеткой квалиметрии и сопоставления уровней учебных достижений студентов в разных оценочных шкалах / В. В. Камышин, А. Н. Рева, М. К. Байджуманов // Стратегия качества в промышленности и образовании : материалы IX Междунар. конф. (Варна, Болгария, 31 мая – 7 июня 2013 г.) : в 3-х т. – Днепропетровск ; Варна, 2013. – Т. II. – С. 411–416.

206. Камышин В. В. Мультипликативный подход к интегральной оценке уровней учебных достижений студентов в «облегченной» шкале ECTS / В. В. Камышин // Образование личности. – 2014. – № 2. – С. 88–99.

207. Камышин В. В. Нечеткая модель квалиметрии академической одаренности школьников при объективном контроле знаний / В. В. Камышин // Одаренный ребенок. – 2013. – № 3. – С. 16–25.

208. Камышин В. В. Нечеткие модели квалиметрии результатов внешнего независимого оценивания как методическое наполнение программ обучения старшеклассников информационным технологиям / В. В. Камышин // Информационные телекоммуникационные сети. – 2013. – № 7–8 (83–84). – С. 16–21.

209. Камышин В. В. Разработка методических рекомендаций для педагогов по интегральной оценке академической и интеллектуальной одаренности обучающихся / В. В. Камышин // Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров. – 2013. – № 3–4 (16–17). – С. 108–118.

210. Камышин В. В. Системна індивідуалізація процесів професійної підготовки авіаційних операторів / В. В. Камышин // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. – 2013. – № 1 (8). – С. 76–83.

211. Камышин В. В. Совершенствование шкалы Харрингтона для интегральной оценки академической одаренности / В. В. Камышин, А. Н. Рева // Обдаровані діти – інтелектуальний потенціал держави : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (смт Гаспра, АР Крим, 26–30 верес. 2013 р.). – Київ : ІОД НАПН України, 2013. – С. 23–33.

212. Камышин В. В. Сплайн-модель формирования профессиональных навыков у авиационных операторов / А. Н. Рева, С. П. Борсук, Б. М. Мирзоев, В. В. Камышин // Elmi məsnuələg : Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasının. – Bakı, unvar–mart, 2013. – Cild. 15, № 1. – С. 89–97.

213. Карамушка Л. Психологічна готовність керівництва Заганоосвітнього навчального закладу до управління: зміст, структура, тенденції розвитку та психологічні умови формування в системі післядипломної педагогічної освіти / Л. Карамушка // Післядипломна педагогічна освіта в Україні. – 2012. – № 2. – С. 41–47.

214. Карпов В. В. Инвариантная модель интенсивной технологии обучения при многоступенчатой подготовке в вузе / В. В. Карпов, М. Н. Катханов. – М. ; СПб. : Исследователь. центр проблем качества образования, 1992. – 142 с.

215. Касьянов В. А. Суб'єктивний аналіз : монографія / В. А. Касьянов. – Київ : НАУ-друк, 2007. – 512 с.

216. Касьянов В. А. Элементы субъективного анализа : монография / В. А. Касьянов. – Київ : НАУ, 2003. – 224 с.



217. Качала В. В. Основы теории систем и системного анализа / В. В. Качала. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 216 с.
218. Кини Р. Л. Принятие решений при многих критериях : предпочтения и замещения / Р. Л. Кини, Х. Райфа ; пер. с англ. ; под ред. И. Ф. Шахнова. – М. : Радио и связь, 1981. – 560 с.
219. Кириллов В. И. Квалиметрия и системный анализ : учеб. пособие / В. И. Кириллов. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2011. – 440 с.
220. Кігель В. Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці : монографія / В. Р. Кігель. – Київ : ЦУЛ, 2003. – 202 с.
221. Клиланд Д. Системный анализ и целевое управление / Д. Клиланд, В. Кинг ; пер. с англ. М. М. Горяинова, А. В. Горбунова ; под ред. И. М. Верещагина. – М. : Совет. радио, 1974. – 280 с.
222. Клир Дж. Системология: Автоматизация решения системных задач / Дж. Клир ; пер. с англ. М. А. Зуева ; под ред. А. И. Горлина. – М. : Радио и связь, 1990. – 544 с.
223. Кнорринг В. И. Теория, практика и искусство управления / В. И. Кнорринг. – М. : Норм-Инфра, 1999. – С. 51.
224. Ковалев В. И. Мотивы поведения и деятельности / В. И. Ковалев. – М. : Наука, 1988. – 193 с.
225. Ковальов А. В. Оцінка ефективності якості навчально-виховного процесу у ВНЗ / А. В. Ковальов // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. – 2013. – Вип. 1. – Т. 1. – С. 21–24.
226. Ковальчук Г. О. Активізація навчання в економічній освіті : навч. посіб. / Г. О. Ковальчук. – 2-е вид. – Київ : КНЕУ, 2005. – 298 с.
227. Кови С. Р. Семь навыков высокоэффективных людей: мощные инструменты развития личности / С. Р. Кови ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2009. – 374 с.
228. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений / Ю. Козелецкий ; под ред. Б. В. Бирюкова ; пер. с польск.: Г. Е. Минца, В. Н. Поруса. – М. : Прогресс, 1979. – 504 с.
229. Козлов В. Є. Методика рейтингового оцінювання для експертного застосування / В. Є. Козлов, В. Т. Оленченко, І. О. Юзьков // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2009. – Вип. 4. – С. 69–74.
230. Колос В. В. Концептуальная модель телекоммуникационной информационно-образовательной среды / В. В. Колос // Управляющие системы и машины, 2006. – С. 43–51.
231. Колос В. В. Эволюция и тенденции развития информационно-образовательных сред / В. В. Колос // Управляющие системы и машины. – 2005. – № 5. – С. 73–82.
232. Комплекс нормативних документів для розроблення складових системи галузевих стандартів вищої освіти. – Київ : Ліга Закон, 2008. – 75 с.
233. Комплексний моніторинг якості підготовки фахівців в НТУ «КПІ». Систематизовані результати п'яти турів: осінь – 2005, весна – 2006, осінь – 2006,

весна – 2007, осінь – 2007, весна 2008 / [уклад. В. В. Ясінський]. – Київ : Політехніка, 2008. – 146 с.

234. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні [Електронний ресурс] : наказ Міністерства освіти і науки України 20 груд. 2000 р. – Режим доступу: [http://udec.ntu-kpi.kiev.ua/framest\\_ukr?OpenFrameSet&rame=content&Src=\\_r5tqm8pb35pn76f8hnm6tbdcln78tbbe8vkus35dp862pr54p0nat3f8pp62rb5cgo\\_](http://udec.ntu-kpi.kiev.ua/framest_ukr?OpenFrameSet&rame=content&Src=_r5tqm8pb35pn76f8hnm6tbdcln78tbbe8vkus35dp862pr54p0nat3f8pp62rb5cgo_). – Назва з екрана.

235. *Коробович Л.* Створення теоретичної моделі педагогічного моніторингу у вищому навчальному закладі / Л. Коробович // Проблеми підготовки сучасного вчителя. – 2012. – № 5. – Ч. 1. – С. 167–173.

236. *Котик М. А.* Психология и безопасность / М. А. Котик. – Таллин : Валгус, 1989. – 408 с.

237. *Котлярова И. О.* Управление исследованиями в образовательном учреждении : науч.-метод. пособие / И. О. Котлярова. – Курган : Глав УНО, 1996. – 68 с.

238. *Кофман А.* Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман ; под ред. С. И. Травкина ; пер. с франц. В. Б. Кузьмина. – М. : Радио и связь, 1982. – 432 с.

239. *Кравченко О. В.* Аспекти формування тестів для контролю знань в системі адаптивного контролю / О. В. Кравченко, Ж. М. Плакова // Искусственный интеллект. – 2010. – № 4. – С. 576–583.

240. *Красильников В. В.* Квалиметрия как теоретическая база оценки качества образования [Электронный ресурс] / В. В. Красильников, В. С. Тоискин, А. В. Шумакова. – Режим доступа: <http://econf.rae.ru/article/8049>. – Загл. с екрана.

241. *Красковский А. Е.* Риск как показатель уровня безопасности движения / А. Е. Красковский, И. М. Кокурин, М. В. Кузнецов // Проблемы железнодорожного транспорта. – 2000 – № 7. – С. 57–61.

242. *Крижко В. В.* Менеджмент в освіті / В. В. Крижко. – Київ : ІЗМН, 1998. – 192 с.

243. Критерії оцінювання навчальних досягнень у системі загальної середньої освіти (проект) // Освіта. – 2000. – 23–30 серп. – № 37.

244. *Кроль В.* Психологическое обеспечение технологий образования / В. Кроль, В. Мордвинов, К. Трифонов // Высшее образование в России. – 1998. – № 2. – С. 34–41.

245. *Кузнецова А. Г.* Развитие методологии системного подхода в отечественной педагогике : монография / А. Г. Кузнецова. – Хабаровск : Изд-во ХК ИПК ПК, 2001. – 152 с.

246. *Кузьмина З. В.* Исследование особенностей самооценки личности в условиях успеха и неудачи / З. В. Кузьмина. – М. : МГПИ, 1973. – 228 с.

247. *Куклев Е. А.* Использование минимаксной концепции риска при оценке безопасности транспортных систем / Е. А. Куклев // Проблемы транспорта. – СПб. : АТР, 2001. – С. 57–62.

248. *Куклев Е. А.* Оценивание уровня безопасности полетов в гражданской авиации в рискованных ситуациях на основе цепей случайных событий / Е. А. Куклев // Наука и техника транспорта. – 2003. – № 2. – С. 4–14.

249. Курганов В. Д. Преобразование качественной информации в количественную в задачах распознавания образов / В. Д. Курганов, А. А. Овсянникова, А. И. Тимашев // Вопросы кибернетики. – 1973. – Вып. 57. – С. 57–61.
250. Курчеева Г. И. Информационное обеспечение управления риском / Г. И. Курчеева, В. А. Хворостов // Управление риском. – 2003. – № 4. – С. 15–22.
251. Кустовська О. В. Методологія системного підходу та наукових досліджень : курс лекцій / О. В. Кустовська. – Тернопіль : Економічна думка, 2005. – 124 с.
252. Кучерявый Е. А. Управление трафиком и качество обслуживания в сети Интернет / Е. А. Кучерявый // Наука и техника. – СПб., 2004. – 336 с.
253. Лазарев В. Г. Динамическое управление потоками информации в сетях связи / В. Г. Лазарев, О. Ю. Лазарев. – М. : Радио и связь. – 1983. – 216 с.
254. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.
255. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах : учебник / О. И. Ларичев. – М. : Логос, 2000. – 296 с.
256. Левин К. Уровень притязаний / К. Левин, Т. Дембо, Л. Фестингер, П. Сирс // Психология личности: тексты. – М. : МГУ, 1982. – С. 86–92.
257. Левченко Т. Розвиток освіти та особистості в різних педагогічних системах / Т. Левченко. – Вінниця : Нова книга, 2002. – 512 с.
258. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность / А. Н. Леонтьев. – М. : Политиздат, 1975. – 304 с.
259. Леонтьев А. Н. Потребности и мотивы деятельности / А. Н. Леонтьев // Психология : учебник для пединститутов. – М. : Учпедгиз, 1962. – С. 362–383.
260. Леонтьев А. Н. Потребности, мотивы, эмоции / А. Н. Леонтьев. – М. : Изд-во МГУ, 1971. – 40 с.
261. Леонтьев В. Г. Мотив как интегральный побудитель и регулятор деятельности / В. Г. Леонтьев, С. А. Банков // Мотивация учебной деятельности. – Новосибирск, 1983. – С. 40–48.
262. Лефруа Г. Прикладная педагогическая психология / Г. Лефруа ; пер. с англ. – СПб. : Прайм-ЕВРОЗНАК, 2007. – 576 с.
263. Литвак Б. Г. Экспертная информация: методы получения и анализа / Б. Г. Литвак. – М. : Радио и связь, 1982. – 184 с.
264. Литвак Б. Г. Экспертные оценки и принятие решений / Б. Г. Литвак. – М. : Патент, 1996. – 272 с.
265. Логвинов И. И. Имитационное моделирование в психолого-педагогических исследованиях / И. И. Логвинов // Вопросы психологии. – 1978. – № 6. – С. 60–72.
266. Лотов А. В. Многокритериальные задачи принятия решений : учеб. пособие. / А. В. Лотов, И. И. Поспелова. – М. : МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
267. Луговий В. І. Управління якістю викладання у вищій школі: теоретико-методологічний і практичний аспекти // Психолого-педагогічні засади проектування інноваційних технологій викладання у вищій школі : монографія /

[авт. кол.: В. Луговий, М. Левшин, О. Бондаренко [та ін.] ; за заг. ред. В. П. Андрущенко, В. І. Лугового]. – Київ, 2011. – С. 5–34.

268. *Лукіна Т. О.* Зовнішнє оцінювання результатів розвитку освіти як основа управління якістю освіти в контексті євроінтеграції України [Електронний ресурс] / Т. О. Лукіна. – Режим доступу: <http://old.niss.gov.ua/book/Osvita/8.pdf>. – Назва з екрана.

269. *Лупандин В. И.* Психофизическое шкалирование / В. И. Лупандин. – Свердловск : СГУ, 1989. – 238 с.

270. *Львовский Б. Н.* Статистические методы построения эмпирических формул / Б. Н. Львовский. – М. : Высшая школа, 1988. – 239 с.

271. *Льноградский Л. А.* Горизонты системного анализа / Л. А. Льноградский. – Самара : Поволжье, 2000. – 244 с.

272. *Льюис Р. Д.* Игры и решения: Введение и критический обзор / Р. Д. Льюис, Х. Райфа ; под ред. Д. Б. Юдина ; пер. с англ. – М. : И-Л., 1961. – 642 с.

273. *Любанов Ю. Н.* Эффективность образовательных технологий: проблемы и задачи / Ю. Н. Любанов, В. С. Токарева, М. А. Сухинина // Обзорная информация. – М. : НИИВО, 1999. – Вып. 10. – 64 с.

274. *Майоров А. Н.* Теория и практика создания тестов для системы образования: Как выбирать, создавать и использовать тесты для целей образования / А. Н. Майоров. – М. : Народ. образование, 2000. – 352 с.

275. *Маклакова Г. Г.* Методи і моделі забезпечення якості інформаційно-комунікативних сервісів в децентралізованих системах дистанційного навчання : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Г. Г. Маклакова. – Київ, 2009. – 20 с.

276. *Максименко С. Д.* Психологічні механізми соціалізації особистості в медіа просторі / С. Д. Максименко // Педагогіка і психологія. Вісник НАПН України. – 2013. – № 2. – С.14–17.

277. *Максимова О. П.* Задачі діагностики і оцінки недисциплінованої поведінки студентів / О. П. Максимова // Современные направления теоретических и прикладных исследований 2008 : сб. науч. тр. по материалам междунауч.-практ. конф. (Одесса, 15–25 марта 2008 р.). – Одесса : Черноморье, 2008. – Т. 17: Педагогика, психология и социология. – С. 87–93.

278. *Максимова О. П.* Недисциплінованість студентів як прояв небезпечних властивостей поведінки оперативного мислення та прийняття рішень / О. П. Максимова // Актуальні проблеми і перспективи розвитку вищої освіти в Україні : зб. матеріалів VIII наук.-практ. конф. (Кіровоград, 23 листоп. 2007 р.). – Кіровоград : СПІ ПА, 2008. – С. 21–28.

279. *Максимова О. П.* Способи виявлення систем переваг (пріоритетів) учасників навчально-виховного процесу / О. П. Максимова // NAUKA: Teoria i praktyka – 2007 : Materiały Czwartej międzynarodowej naukowi–praktycznej konferencji (16–31 sierpnia 2007 roku). – Тум 7: Pedagogiczne nauki. – Przemysł, 2007. – S. 23–28.

280. *Максимова О. П.* Шкали кваліметрії недисциплінованості студентів / *О. П. Максимова* // Проблеми освіти: наук.-метод. зб. – Київ : ПТЗО, 2007. – Вип. 51. – С. 73–80.
281. *Манако А. Ф.* Информационные ресурсы для непрерывного обучения / *А. Ф. Манако* // Управляющие системы и машины. – 2002. – № 3–4. – С. 41–49.
282. *Манако А. Ф.* Опыт дистанционного обучения на основе телекоммуникационных технологий в Украине / *А. Ф. Манако, А. М. Довгяло, В. В. Колос* [и др.] // Управляющие системы и машины. – 1999. – № 5. – С. 84–91.
283. *Манако А. Ф.* Принципы построения МАНОК-систем / *А. Ф. Манако* // Управляющие системы и машины. – 2007. – № 1. – С. 81–89.
284. *Манако А. Ф.* Сетевое сообщество и учебно-ориентированные технологии для всех / *А. Ф. Манако* // Управляющие системы и машины. – 2004. – № 4. – С. 50–58.
285. *Манако В. В.* Информационная культура и качество образования / *В. В. Манако, В. Д. Манако* // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы II Междун. науч.-практ. конф., (Варна, Болгария ; Днепрпетровск, 2–9 июня 2006 г.). – Днепрпетровск : Пороги, 2006. – Т. 2. – С. 63–64.
286. *Мандель И. Д.* Кластерный анализ / *И. Д. Мандель*. – М. : Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
287. *Мануйлов Ю. С.* Методология системных исследований / *Ю. С. Мануйлов, Е. А. Новиков*. – СПб. : ВКА им. А. Ф. Можайского, 2008. – 159 с.
288. *Маригодов В. К.* Системный подход к классификации методов научных исследований в педагогике / *В. К. Маригодов, А. А. Слободянюк, Д. Э. Мочалов* // Специалист. – 2002. – № 6. – С. 27–30.
289. *Марченко Д. Л.* Алгоритмізація процесу індивідуалізації підготовки студентів з орієнтацією на рівні домагань та основну домінанту їх навчальної діяльності / *Д. Л. Марченко* // Качество технологий – качество жизни : материалы III Междун. науч.-практ. конф. (Харьков, 14–16 апр. 2011 г.). – Харьков : УПА, 2011. – С. 42–43.
290. *Марченко Д. Л.* Визначення рівнів домагань студентів на множині навчальних досягнень з дисципліни «Математика для економістів» / *Д. Л. Марченко* // Вісник НАУ : зб. наук. пр. – Київ : НАУ-друк, 2009. – Вип. 2. – С. 22–24. – (Серія «Педагогіка. Психологія»).
291. *Марченко Д. Л.* Процедури та алгоритми побудови оціночних функцій корисності характеристик навчально-виховного процесу для його учасників / *Д. Л. Марченко* // Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2008 : сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. (Одеса, 15–25 март. 2008 г.). – Одеса : Черноморье, 2008. – Т. 18: Педагогика, психология и социология. – С. 37–43.
292. *Марченко Д. Л.* Удосконалення процедури кваліметрії рівнів домагань студентів на множині академічних успіхів / *Д. Л. Марченко* // Креативність і творчість : Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. – 2009. – С. 99–103.

293. *Марченко Е. К.* Методы квалиметрии в педагогике / Е. К. Марченко. – М. : Знание, 1979. – 33 с.
294. *Маслак А. А.* Модель Раша для проверки качества измерения толерантности / А. А. Маслак, С. А. Позняков // Социология. – 2008. – № 4. – С. 87–104.
295. *Маслоу А. Г.* Мотивация и личность / А. Г. Маслоу ; пер. с англ. А. М. Талыбаевой. – СПб. : Евразия, 1999. – 478 с.
296. Математическая психология: методология, теория, модели / под ред. В. Ю. Крылова. – М. : Наука, 1985. – 236 с.
297. *Мелихов А. Н.* Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / А. Н. Мелихов, Л. С. Бернштейн, С. Я. Коровин. – М. : Наука, 1990. – 272 с.
298. *Меліхова І. О.* Мотивація влади і мотиваційна сфера особистості / І. О. Меліхова // Наука і освіта. – 2007. – № 1–2. – С. 27–29.
299. *Мельник А. М.* Модель оцінки складності тестових завдань / А. М. Мельник, Р. М. Пасічник // Науковий вісник Чернівецького університету. – 2009. – Вип. 479: Комп'ютерні системи і компоненти. – С. 108–113.
300. *Меркурьева Г. В.* Диалоговая система построения и анализа лингвистических лотерей / Г. В. Меркурьева // Методы анализа и системы принятия решений. Прикладные задачи анализа решений в организационно-технических системах : сб. науч. тр. – Рига : Риж. политехн. ин-т, 1983. – С. 27–32.
301. *Месарович М.* Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара ; пер. с англ. под ред. И. Ф. Шахнова – М. : Мир, 1973. – 344 с.
302. *Мескон М. Х.* Основы менеджмента / М. Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури ; пер. с англ. – М. : Дело, 1997. – 704 с.
303. Методика визначення рейтингів університетів України / [кафедра ЮНЕСКО «Вища технічна освіта, прикладний системний аналіз та інформатика» при Національному технічному університеті «КПІ» МОН України та Інституті прикладного системного аналізу НАН України і МОН України]. – Київ : НТУ «КПІ», 2006. – 46 с.
304. *Мифтахутдинова Ф. Р.* Модель процесса формирования качественной культуры / Ф. Р. Мифтахутдинова // Известия ВГТУ : межвуз. сб. ст. – Волгоград, 2009. – № 9 (57). – С. 91–96.
305. *Михаль О. Ф.* Интеллектуальная система дистанционного тестирования знаний на локально-параллельных нечетких алгоритмах [Электронный ресурс] / О. Ф. Михаль // Образование и виртуальность : материалы междунар. науч.-метод. конф. – Ялта : ЯИМ, 2001. – Режим доступа: [http://virt.kture.kharkov.ua/2001/book/5\\_08.pdf](http://virt.kture.kharkov.ua/2001/book/5_08.pdf).
306. *Михеев В. И.* Моделирование и методы теории измерений в педагогике / В. И. Михеев. – М. : Высшая школа, 1987. – 200 с.
307. Модернізація вищої освіти Україні і Болонський процес / уклад.: М. Ф. Степко, Я. Я. Болубаш, К. М. Львовківський, Ю. В. Сухарніков ; відп. ред. М. Ф. Степко. – Київ : Освіта України, 2004. – 60 с.

308. *Моляко В. О.* Творча та інтелектуальна обдарованість у структурі особистості професіонала / В. О. Моляко. – Київ : Рідна школа, 2011. – № 12. – 7–11.
309. *Морев И. А.* Образовательные информационные технологии. Часть 2. Педагогические измерения : учеб. пособие / И. А. Морев. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. – 174 с.
310. *Морозов В. П.* Элементы теории управления ГАП: математическое обеспечение / В. П. Морозов, Я. С. Дымерский. – Л. : Машиностроение, 1984. – 334 с.
311. *Мушик Э.* Методы принятия технических решений / Э. Мушик, П. Мюллер ; пер. с нем. В. М. Ивановой – М. : Мир, 1990. – 208 с.
312. *Мюллер П.* Таблицы по математической статистике / П. Мюллер, П. Нойман, Р. Шторм. – М. : Финансы и статистика, 1982. – 278 с.
313. *Мясищев В. Н.* Основные проблемы и современное состояние психологии отношений человека / В. Н. Мясищев // Психологическая наука в СССР. – М., 1960. – Т. 2. – С. 110–125.
314. Надежность и эффективность в технике : справочник в 10 т. – Т. 3: Эффективность технических систем / под общ. ред.: В. Ф. Уткина, Ю. В. Крюкова. – М. : Машиностроение, 1988. – 328 с.
315. *Назаренко Н. В.* Мотивація навчання студентів як показник ефективності сучасних педагогічних технологій / Н. В. Назаренко // Проблеми освіти : наук.-метод. зб. (Болонський процес в Україні) : в 2-х ч. – Ч. I. – Київ : НМЦВО МОН України, 2005. – Вип. 45. – С. 164–167.
316. *Найханова Л. В.* Методы и алгоритмы принятия решений в управлении учебным процессом в условиях неопределенности : монография / Л. В. Найханова, С. В. Дамбаева. – Улан-Уде : Изд-во ВСГТУ, 2004. – 164 с.
317. *Наумов И. С.* Оценка трудности и сложности учебных задач на основе синтаксического анализа текстов / И. С. Наумов, В. С. Выхованец // Управление большими системами. – Вып. 48. – М. : ИПУ РАН, 2014. – С. 97–131.
318. Національна доктрина розвитку освіти України. Затв. Указом Президента України від 17 квітня 2000 р. № 347/2002 [Електронний ресурс] // Офіційний вісник України № 16–2002. – Режим доступу: <http://www.gdo.kiev.ua/files/db.php?god=2002&st=860>
319. Національна стратегія розвитку освіти в Україні до 2021 року: затв. Указом Президента України від 25 червня 2013 р. № 344/2013.
320. *Недбай С. В.* Системологія невизначеності процесів льотної експлуатації повітряних суден / С. В. Недбай // Авіаційно-космічна техніка і технологія : наук.-техн. журн. – 2010. – № 7. – С. 135–146.
321. *Нейман Ю. М.* Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов / Ю. М. Нейман, В. А. Хлебников. – М. : Логос, 2000. – 232 с.
322. *Неймарк М. С.* Направленность личности и аффект неадекватности у подростков / М. С. Неймарк // Изучение мотивации поведения детей и подростков :

сб. экспериментальных исследований / ред.: Л. И. Божович, Л. В. Благон-дежина. – М. : Педагогика, 1972. – С. 142–146.

323. *Некос В.* Рейтинговая система оценки знаний студентов : учеб. пособие / В. Некос, А. Дамасевич, Д. Петрова. – Х. : ХГУ, 1993. – 75 с.

324. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения / под ред. Р. П. Ягера. – М. : Радио и связь, 1986. – 408 с.

325. *Нижегородова М. В.* Получение интегральной оценки уровня обученности с помощью функции Харрингтона-Менчера = Derivation of integral estimate standard of education using Harrington-Mencher function / М. В. Нижегородова // Педагогическая информатика. – 2012. – № 4. – С. 98–104.

326. *Николаев Н. А.* Интегральная оценка успеваемости – как инструмент объективного анализа работы студента [Электронный ресурс] / Н. А. Николаев, В. А. Остапенко, В. А. Винжегина // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 11. – Режим доступа: [www.rae.ru/snt/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=2697](http://www.rae.ru/snt/?section=content&op=show_article&article_id=2697). – Загл. с экрана.

327. *Нильсон Н.* Искусственный интеллект: Методы поиска решений / Н. Нильсен ; под ред. С. В. Фомина ; пер. с англ. В. Л. Стефанюка – М. : Мир, 1973. – 270 с.

328. *Новиков Д. А.* Институциональное управление организационными системами / Д. А. Новиков. – М. : ИПУ РАН, 2004. – 68 с.

329. *Новиков Д. А.* Модели и механизмы управления образовательными сетями и комплексами / Д. А. Новиков, Н. П. Глотова. – М. : Институт управления образованием РАО, 2004. – 142 с.

330. *Новиков Д. А.* Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи) / Д. А. Новиков. – М. : МЗ-Пресс, 2004. – 66 с.

331. *Новиков П. П.* Принятие решений человеком в авиационных системах управления / П. П. Новиков. – М. : МГА, 1980. – 350 с.

332. *Оглезнева Л. А.* Квалиметрия : учеб. пособие / Л. А. Оглезнева. – Томск : ТПУ, 2012. – 215 с.

333. *Одерій Л. П.* Кваліметрія вищої освіти: методологія та інструментарій : монографія / П. П. Одерій. – Київ : МКА. УЗМН, 1996. – 264 с.

334. Організаційно-методичне забезпечення моніторингових досліджень якості загальної середньої освіти : монографія / О. І. Ляшенко, Т. О. Лукіна, Л. С. Вашенко [та ін.] ; за ред. О. І. Ляшенко. – Київ : Педагогічна думка, 2011. – 160 с.

335. *Орлов А. И.* Теория принятия решений : учеб. пособие / А. И. Орлов. – М. : Экзамен, 2005. – 656 с.

336. *Орловский С. А.* Проблемы принятия решений при нечеткой информации / С. А. Орловский. – М. : Наука, 1981. – 208 с.

337. *Осипов Г. В.* Методы измерения в социологии / Г. В. Осипов, Э. П. Андреев. – М. : Наука, 1977. – 183 с.

338. Основні засади розвитку вищої освіти України / упоряд. : М. Ф. Степко, Я. Я. Болюбаш, В. Д. Шинкарук [та ін.] ; за ред. С. М. Ніколаєнка. – Тернопіль : Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2006. – Ч. 3. – 181 с.



339. *Остапенко А. А.* Моделирование многомерной педагогической реальности: теория и технология / А. А. Остапенко. – М. : Народное образование; НИИ школьных технологий, 2005. – 384 с.
340. *Панасюк А. М.* Оцінка ставлення студентів-авіадиспетчерів до складності навчальних дисциплін / А. М. Панасюк // Вища освіта України у контексті інтеграції до Європейського освітнього простору. – Київ, 2009. – Т. 17. – С. 211–222.
341. *Панасюк В. П.* Педагогическая система внутришкольного управления качеством образовательного процесса : дис. ... докт. пед. наук : спец. 13.00.01 / В. П. Панасюк. – СПб., 1998. – 460 с.
342. *Панасюк В. П.* Системное управление качеством образования в школе / под ред. А. И. Субетто ; авт. текста В. П. Панасюк. – 2-е изд. – СПб. ; М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2000. – 36 с.
343. *Панкова Л. А.* Организация экспертизы и анализ экспертной информации / Л. А. Панкова, А. М. Петровский, М. В. Шнейдерман. – М. : Наука, 1984. – 117 с.
344. *Паповян С. С.* Математические методы в социальной психологии / С. С. Паповян. – М. : Наука, 1983. – 344 с.
345. *Пашукова Т. И.* Психологические исследования: практикум по общей психологии для студентов педагогических вузов : учеб. пособие / Т. И. Пашукова, А. И. Допира, В. Дьяконов. – М. : Институт практической психологии, 1996. – 127 с.
346. Педагогический энциклопедический словарь / гл. ред. Б. М. Бим-Бад. – М. : Большая рос. энцикл., 2002. – 528 с.
347. Педагогічний словник / за ред. дійсного члена АПН України М. Д. Яремченка. – Київ : Педагогічна думка, 2001. – 514 с.
348. *Перегудов Ф. И.* Введение в системный анализ : учеб. пособие / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. – М. : Высшая школа, 1989. – 367 с.
349. *Петровский А. В.* Основы педагогики и психологии высшей школы / А. В. Петровский, В. М. Ковалева, А. А. Крашениников [и др.] ; под ред. А. В. Петровского. – М. : МГУ, 1986. – 304 с.
350. *Петрушин В. А.* Экспертно-обучающие системы / В. А. Петрушин. – К. : Наук. думка, 1992. – 194 с.
351. *Пиотровский Я.* Теория измерений для инженеров / Я. Пиотровский ; под ред. Р. Н. Овсянникова ; пер. с польск. А. В. Левицкого – М. : Мир, 1989. – 335 с.
352. *Питерс Т.* В поисках эффективного управления / Т. Питерс, Р. Уотерс. ; пер. с англ.: В. Зотова, Д. Васильева. – М. : Прогресс, 1986. – 423 с.
353. *Подиновский В. В.* Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В. В. Подиновский, И. Д. Ногин. – М. : Наука, 1982. – 254 с.
354. Положення про дистанційне навчання [Електронний ресурс]: Затверджене наказом Міністерства освіти і науки України від 21.01.2004 р. № 40. – Режим доступу: [http://udec.ntu-kpi.kiev.ua/udec.nsf/framest\\_ukr?OpenFrameSet&Frame=content&Src=\\_25tqm\\_8pb35pn76phfe1nmorrj9imsrjpc5\\_qmmsi\\_49\\_svkus35dp862pr54p0nat3f8pp62rb5csg0\\_](http://udec.ntu-kpi.kiev.ua/udec.nsf/framest_ukr?OpenFrameSet&Frame=content&Src=_25tqm_8pb35pn76phfe1nmorrj9imsrjpc5_qmmsi_49_svkus35dp862pr54p0nat3f8pp62rb5csg0_). – Назва з екрана.

355. Положення про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах. Затверджено наказом Міністерства освіти України від 2 червня 1993 р. № 161.

356. *Пономарев А. С.* Нечеткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решений : учеб. пособие / А. С. Пономарев. – Х. : НТУ «ХПИ», 2005. – 232 с.

357. *Попов А. А.* Система менеджмента качества: теория и методология : монография / А. А. Попов, Е. А. Попов, М. В. Колмыкова, С. П. Спиридонов ; под ред. Б. И. Герасимова. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 120 с.

358. *Попов А. П.* Критический анализ параметрических моделей Раша и Бирнбаума / А. П. Попов // Инновационные методы и средства оценки качества образования : материалы 4-й науч.-метод. конф. – М., 2006. – С. 231–235.

359. *Попов Д. И.* Способ оценки знаний в дистанционном обучении на основе нечетких отношений [Электронный ресурс] / Д. И. Попов // Дистанционное образование. – 2000. – № 6. – Режим доступа: [http://www.mesi.ru/joe/N6\\_00/porov.html](http://www.mesi.ru/joe/N6_00/porov.html). – Загл. с экрана.

360. *Попов С. А.* Стратегическое управление: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации» / С. А. Попов // Проблемы территории и практики управления. – 1999. – № 2. – С. 71–78.

361. *Поспелов Д. А.* Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов / Д. А. Поспелов. – М. : Радио и связь, 1989. – 114 с.

362. *Потев М. И.* Комплексная оценка качества цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс] / М. И. Потев, С. М. Вергезова, А. В. Мурыгин // Телематика – 2006 : тр. XIII Всерос. науч.-метод. конф., (Санкт-Петербург, 5–8 июня 2006 г.). – Режим доступа : [http://tm.info.ru/tm2006/db/doc/get\\_thes.php?id=33](http://tm.info.ru/tm2006/db/doc/get_thes.php?id=33)

363. Прикладные нечеткие системы / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи [и др.] ; под. ред.: Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно ; пер. с японского Ю. Н. Чернышова. – М. : Мир, 1993. – 368 с.

364. *Приходько В. М.* Кваліметричний підхід до моніторингу якості освіти загальноосвітнього навчального закладу / В. М. Приходько // Управління школою : наук.-метод. журн. – 2009. – № 28 (256). – С. 15–31.

365. *Прихожан А. М.* Тревожность у детей и подростков: психологическая природа и возрастная динамика / А. М. Прихожан. – М. : МОДЭК, 2000. – 304 с.

366. *Проскурин А. А.* Математические модели оценки знаний / А. А. Проскурин // Интеллектуальные технологии и системы : сб. учебно-метод. работ и статей. – М. : Эликс+, 2005. – С. 197–210.

367. Психология труда / Петер Крбатя, Й. Мюллнер [и др.] ; общ. ред. и предисл. К. К. Платонова ; пер. со словац. – М. : Профиздат, 1979. – 216 с.

368. Психологічна енциклопедія / авт.-упоряд. О. М. Степанов. – Київ : Академвидав, 2006. – 424 с.

369. *Пфанцагль И.* Теория измерений / И. Пфанцагль. – М. : Мир, 1976. – 248 с.

370. Райфа Х. Анализ решений (Введение в проблему выбора в условиях неопределенности) / Х. Райфа ; пер. с англ. – М. : Наука, 1977. – 408 с.

371. Расстригин Л. А. Адаптивное обучение с помощью модели обучаемого / Л. А. Расстригин, М. Х. Эренштейн. – Рига : Зинатне, 1986. – 160 с.

372. Рева А. Н. Влияние мотивации на безопасность летной деятельности / А. Н. Рева, М. Б. Исмаилов, К. М. Тумышев // Безопасность полетов и государственное регулирование деятельности гражданской авиации : тез. докл. I Всерос. науч.-прак. конф. (Санкт-Петербург, 14–15 нояб. 1995 г.). – СПб., 1995. – С. 79–80.

373. Рева А. Н. Достаточная степень соответствия информационных моделей тренажера и самолета первоначального обучения / А. Н. Рева // Проблеми розробки і застосування в навчальному процесі вищих навчальних закладів спеціалізованих тренажерів, автоматизованих робочих місць та автоматизованих навчальних систем : тези доп. наук.-метод. конф. (Кіровоград, 14–16 верес. 1994 р.). – Кіровоград : ДЛАУ, 1994. – С. 18.

374. Рева А. Н. Исследование мотивации студентов-пилотов к безопасной деятельности в особых случаях полета / А. Н. Рева, В. Г. Костюченко, В. Г. Пюро, А. В. Рахманов // Тез. докл. XLII студ. науч.-техн. конф. – Київ : КМУГА, 1994. – С. 25.

375. Рева А. Н. Оценка предрасположенности студентов-пилотов к риску при принятии решений / А. Н. Рева, Д. В. Нестеренко, Г. А. Харченко, В. А. Снигур // Тез. докл. XLII студ. науч.-техн. конф. – Київ : КМУ ГА, 1994. – С. 25.

376. Рева А. Н. Система мотивов курсантов-пилотов к безопасной деятельности в особых случаях полета / А. Н. Рева, А. А. Бекмухамбетов // Перспективы развития гражданской авиации и подготовка высококвалифицированных кадров : сб. тр. 1-й Междунар. конф. (Алматы, 18–22 сент. 2000 г.) / под ред. К. Б. Алдамжарова. – Алматы, 2000. – Ч. II. – С. 114–123.

377. Рева А. Н. Системный подход к планированию профессиональной подготовки авиаспециалистов / А. Н. Рева, В. А. Кузнецов, Н. И. Легинькова // Вища технічна освіта – проблеми магістратури : тез. доп. Міжнар. наук.-метод. конф. (Київ, 18–19 трав. 1995 р.). – Київ, 1995. – С. 197–199.

378. Рева А. Н. Теоретические модели групповых систем предпочтений авиадиспетчеров, базирующиеся на классических критериях принятия решений / А. Н. Рева, В. В. Камышин, Ш. Ш. Насиров, Д. С. Алексеев // Elmi məsələlər : Jurnal Milli Aviasiya Akademi-yasini (Bakı, iyul – sentyabr 2012). – Bakı, 2012. – T. 14, № 3. – С. 37–45.

379. Рева А. Н. Человеческий фактор и безопасность полетов: (Проактивное исследование влияния) : монография / А. Н. Рева, К. М. Тумышев, А. А. Бекмухамбетов ; науч. ред.: А. Н. Рева, К. М. Тумышев. – Алматы, 2007. – 242 с.

380. Рева А. Н. Эмпирические модели оценки риска-неопределенности групповых систем предпочтений авиадиспетчеров / А. Н. Рева, Б. М. Мирзоев,

Ш. Ш. Насиров, С. В. Недбай // *Elmi məsnuələr : Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasının* – Baki, iyul – sentyabr 2012. – Т. 14, № 3. – С. 46–60.

381. *Рева А. Н.* Эргономика первоначальной профессиональной подготовки пилотов : монография / А. Н. Рева, К. М. Тумышев. – Алматы, 2000. – 272 с.

382. *Рева О. М.* 12 балів: український компроміс європейської «полегшеної шкали оцінювання» / О. М. Рева, О. Ф. Штанько, І. А. Добрянський // *Вища школа : наук.-практ. вид.* – 2005. – № 4. – С. 40–55.

383. *Рева О. М.* Алгоритми визначення типу ставлення авіаційного оператора до ризику / О. М. Рева, С. І. Корж, П. Ш. Мухтаров, С. В. Недбай // *Людський чинник у транспортних системах : матеріали II Міжнар. наук. конф. (ЛЧТС), (Київ, 2–3 черв. 2010 р.)*. – Київ, 2010. – С. 30–31.

384. *Рева О. М.* Виявлення основних домінант в мотивації студентів на пропуски занять / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Панасюк // *Вісник Національного авіаційного університету*. : зб. наук. пр. – 2010. – Вип. 3. – С. 55–61.

385. *Рева О. М.* Виявлення основної домінанти в мотивації студентів на множині рівнів навчальних досягнень / О. М. Рева, І. А. Добрянський, Д. Л. Марченко // *Проблеми освіти : наук. зб.* – Київ : ПНТЗО МОН України, 2010. – Вип. 6, ч. 1. – С. 29–35.

386. *Рева О. М.* Динаміка основної домінанти прийняття рішень авіадиспетчером при ускладненні умов діяльності / О. М. Рева, П. Ш. Мухтаров, Б. М. Мірзозев [і др.] // *Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT – 2014) : зб. матеріалів VI Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 180-річчю з дня заснування Херсонської державної морської академії (Херсон, 27–29 трав. 2014 р.)*. – Херсон : ХДМА, 2014. – С. 86–89.

387. *Рева О. М.* До основ системного аналізу в педагогіці: класифікаційні ознаки задач прийняття рішень в начально-виховному процесі / О. М. Рева, С. О. Дудник, О. В. Сіроштан // *Проблеми освіти : наук.-метод. зб.* – Київ : ПТЗО МОН України, 2007. – Вип. 53. – С. 68–75.

388. *Рева О. М.* Застосування коефіцієнтів важливості альтернатив для встановлення маргинальності думок експертів / О. М. Рева, О. Б. Павлів // *Формування ринкової економіки : наук. зб.* – Київ : КНЕУ, 2010. – Вип. 24. – С. 531–535.

389. *Рева О. М.* Інтегральна оцінка та статистична «норма» недисциплінованості (за даними опитування студентів) / О. М. Рева, О. П. Максимова // *Вісник Національного авіаційного університету* : зб. наук. пр. – Київ : НАУ-друк, 2009. – Вип. 1. – С. 78–84.

390. *Рева О. М.* Кількісна і лінгвістична відповідність рівнів сформованості компетентності студентів / О. М. Рева, В. В. Камишин, О. В. Тімець // *Навчання і виховання обдарованої дитини: теорія і практика* : зб. наук. пр. – 2010. – Вип. 14. – С. 88–101.

391. *Рева О. М.* Класичні критерії прийняття рішень у визначенні групових систем переваг суддів на множині обставин, що пом'якшують та обтяжують

покарання / О. М. Рева, Д. Г. Радов // Вісник Одеського інституту внутрішніх справ. – 2004. – № 2. – С. 105–115.

392. *Рева О. М.* Комплексна оцінка узгодженості групової системи переваг викладачів на множині характерних рис недисциплінованої поведінки студентів-юристів / О. М. Рева, І. А. Добрянський, А. А. Чабак // Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету ім. Володимира Винниченка. – Кіровоград : КДПУ, 2004. – Вип. 55. – С. 315–325.

393. *Рева О. М.* Комплексне визначення кількісних характеристик недисциплінованої поведінки студентів / О. М. Рева, І. А. Добрянський, А. А. Чабак // Рідна школа : щомісяч. наук.-пед. журн. – Київ : Деміур, 2004. – № 12. – С. 63–66.

394. *Рева О. М.* Коректне застосування класичних критеріїв прийняття рішень для визначення пріоритетів студентів на рисах їхньої недисциплінованості / О. М. Рева, О. П. Максимова // Нові технології навчання : наук.-метод. зб. – Київ : ІТЗО МОН України, 2008. – Вип. 52. – С. 3–11.

395. *Рева О. М.* Лінгвістично-статистичний підхід до формування відповідей респондентів на тестові завдання / О. М. Рева, Л. М. Макаренко, Р. П. Бідненко // Людський чинник у транспортних системах : матеріали II Міжнар. наук. конф. (ЛЧТС), (Київ, 2–3 черв. 2010 р.). – Київ, 2010. – С. 51–52.

396. *Рева О. М.* Людський фактор та безпека польотів: рівень домагань авіадиспетчерів у професійній діяльності / О. М. Рева, Г. М. Селезньов // Створення системи забезпечення психологічної та психофізіологічної надійності персоналу. Організація та проведення психопрофілактичної роботи в органах внутрішніх справ України : матеріали III Всеукр. наук.-практ. семінару. – Київ : КЮІ МВС України, 2005. – С. 121–128.

397. *Рева О. М.* Людський фактор: парадокс психологічної домінанти діяльності пілота в умовах стохастичного ризику / О. М. Рева // Проблеми аеронавігації : тематич. зб. наук. пр. – Вип. 3: Удосконалення процесів діяльності та професійної підготовки авіаційних операторів. – Кіровоград : ДЛАУ, 1997. – С. 40–49.

398. *Рева О. М.* Матриця підказок для побудови функції належності лінгвістичної змінної «подібність (відповідність)» літака та тренажерного засобу / О. М. Рева // Наукові праці академії. – Кіровоград : ДЛАУ, 1999. – Вип. IV, ч. I. – С. 151–160.

399. *Рева О. М.* Методи розпізнавання образів у оцінюванні компетентності викладачів щодо пріоритетності індикаторів мотивів їхньої праці / О. М. Рева, І. М. Суворова // Управління проектами, системний аналіз і логістика : наук. журн. – Київ : НТУ, 2009. – Вип. 6. – С. 208–216.

400. *Рева О. М.* Методи теорії розпізнавання образів у визначенні однорідності думок викладачів / О. М. Рева, М. В. Сидоров, Л. М. Липчанська, О. В. Висотчина // Наукові праці академії. – Кіровоград : ДЛАУ, 2004. – Вип. VIII. – С. 82–94.

401. *Рева О. М.* Методика побудови оціночної функції корисності рівня академічної успішності / О. М. Рева, В. В. Камишин // Проектування розвитку та психолого-педагогічного супроводу обдарованої особистості : матеріали

III Всеукр. наук.-практ. конф., (Тернопіль ; смт. Підволочиськ, 27–28 квіт. 2011 р.). – Київ : ІОД НАПН, 2011. – С. 23–27.

402. *Рева О. М.* Модель проблемної ситуації в системах управління повітряним рухом / О. М. Рева, Г. М. Селезньов // *Авіаційно-космічна техніка і технологія : наук.-техн. журн.* – X. : Національний аерокосмічний ун-т ім. М. С. Жуковського «ХАІ», 2008. – № 6. – С. 30–35.

403. *Рева О. М.* Модель управління процесами прийняття рішень у вищих навчальних закладах на рівні вертикальної декомпозиції навчально-виховного процесу / О. М. Рева, О. В. Сіроштан // *Проблеми освіти : наук. зб.* – 2009. – Вип. 61. – С. 8–16.

404. *Рева О. М.* Моделювання розстановки пріоритетів у визначенні коефіцієнтів важливості мотивів трудової діяльності викладачів / О. М. Рева, І. М. Суворова // *Актуальні проблеми економіки : наук. економіч. журн.* – 2009. – № 9. – С. 243–249.

405. *Рева О. М.* Нечітка формалізація процесів управління професійною підготовкою льотного персоналу / О. М. Рева, В. А. Шульгін // *Проблеми інформатизації та управління : зб. наук. пр.* – Київ : НАУ, 2006. – Вип. 2. – С. 101–104.

406. *Рева О. М.* Нечіткі моделі гармонізації обсягу аудиторного навантаження як основа інтенсифікації навчання студентів-менеджерів / О. М. Рева, О. В. Сіроштан // *Креативність і творчість : Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Сер. Соціологія. Психологія. Педагогіка.* – Тематич. вип. № 1. – Київ : Гнозис, 2009. – С. 358–367.

407. *Рева О. М.* Нечіткі моделі ергономічної кваліметрії точності пілотування : монографія / О. М. Рева, В. В. Камишин, В. А. Шульгін, С. В. Недбай; за ред. О. М. Реви. – Рівне : Овід, 2010. – 106 с.

408. *Рева О. М.* Нова технологія навчання прийняттю рішень бакалаврів з експлуатації повітряного транспорту / О. М. Рева // *Проблеми багаторівневої вищої технічної освіти : тез. доп. Міжнар. наук.-метод. конф. (Київ, 13–15 жовт. 1993 р.).* – Київ, 1993. – С. 245–246.

409. *Рева О. М.* Однокрокові методи рішення задач з векторним показником ефективності : метод. вказівки з курсу «Основи теорії прийняття рішень» / О. М. Рева. – Кіровоград : ДЛАУ, 1996. – 23 с.

410. *Рева О. М.* Оцінка небезпечних властивостей поведінки, оперативного мислення та прийняття рішень у майбутніх юристів / О. М. Рева, О. В. Михайлов // *Проблеми пенітенціарної теорії і практики : Бюлетень Київського ін-ту внутрішніх справ.* – 1999. – № 4. – С. 193–196.

411. *Рева О. М.* Парадокс психологічної домінанти діяльності авіадиспетчера в умовах стохастичного ризику / О. М. Рева, Т. Ф. Шмельова // *Проблеми розвитку систем аэронавигационного обслуговування воздушных судов (Аэронавигация и авионика – 98) : материалы Международ. науч.-техн. конф.* – Київ : КМУГА, 1998. – С. 135.

412. *Рева О. М.* Порівняльний аналіз думок викладачів і студентів щодо важливості та значущості характерних рис недисциплінованості / О. М. Рева, А. А. Чабак, Р. П. Бідненко, Ю. Ю. Петрова // Актуальні проблеми і перспективи розвитку вищої освіти в Україні : зб. матеріалів П'ятої наук.-практ. конф. (Кіровоград, 26 листоп. 2004 р.). – Кіровоград : СП «Педагогічна академія» ; КІК, 2005. – С. 41–48.

413. *Рева О. М.* Порівняльний аналіз оптимальних стратегій поведінки учасників конфлікту «викладач – студент» (погляд сторін) / О. М. Рева, В. О. Липчанський, О. М. Медведенко [та ін.] // Проблеми освіти : наук.-метод. зб. (Болонський процес в Україні) : в 2-х ч. – Ч. II. – Київ : НМЦВО МОН України, 2005. – Вип. 46. – С. 180–185.

414. *Рева О. М.* Принципи системного підходу до вдосконалення навчально-виховного процесу у ВНЗ / О. М. Рева, О. В. Сіроштан, С. О. Дудник // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании – 2007 : сб. науч. тр. по материалам междунауч.-практ. конф. (Одесса, 15–25 дек. 2007 г.). – Одесса: Черноморье, 2007. – Т. 15. Педагогика, психология и социология. – С. 78–82.

415. *Рева О. М.* Проактивне оцінювання ставлення льотного персоналу до ризику та безпечної діяльності / О. М. Рева // Вісник НАУ: наук. журн. – 2007. – № 2. – С. 36–42.

416. *Рева О. М.* Проактивне управління ризиками за людським фактором в цивільній авіації / О. М. Рева, С. І. Осадчий, О. М. Медведенко, Ю. М. Фоменко // Залізничний транспорт України : наук.-практ. журн. – 2008. – № 6. – С. 54–59.

417. *Рева О. М.* Проблема врахування людського чинника у критеріях раціонального оцінювання привабливості інноваційних проєктів / О. М. Рева, Л. М. Амірсеїдова, Н. Н. Гусейнова // Вісник Національного транспортного університету : в 2-х ч. – Ч. 1. – Київ : НТУ, 2009. – Вип. 19. – С. 314–320.

418. *Рева О. М.* Проблеми кваліметрії і порівняння компетентності студентів / О. М. Рева, О. В. Тімець, В. В. Федієнко // Географія та екологія: наука і освіта : матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф. (Умань, 15–16 квіт. 2010 р.). – Умань : Сочинський, 2010. – С. 223–227.

419. *Рева О. М.* Процедури та алгоритми побудови оціночних функцій корисності характеристик навчально-виховного процесу для його учасників / О. М. Рева, Д. Л. Марченко // Современные направления теоретических и прикладных исследований – 2008 : сб. науч. тр. по материалам Междунауч.-практ. конф. (Одесса, 15–25 март. 2008 г.). – Одеса : Черноморье, 2008. – Т. 18: Педагогика, психология и социология. – С. 37–43.

420. *Рева О. М.* Процедури та алгоритми проактивної побудови оціночних функцій корисності людини, яка приймає рішення, в економіці / О. М. Рева, І. М. Суворова, Л. М. Амірсеїдова // Економіка: проблеми теорії і практики : зб. наук. пр. – Вип. 246 : в 5-ти т. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2008. – Т. II. – С. 406–414.

421. Рева О. М. Розв'язання конфліктної ситуації в діаді «викладач – студент» методами теорії ігор / О. М. Рева // Наук. пр. академії : зб. наук. пр. – Кіровоград : ДЛАУ, 2007. – Вип. XII. – С. 17–28.

422. Рева О. М. Розвиток процедур застосування методів розпізнавання образів для визначення маргинальності думок учасників навчально-виховного процесу / О. М. Рева, О. В. Тімець // Вища освіта України: Теоретичний та наук.-метод часопис. – Тематич. вип.«Вища освіта України в контексті інтеграції до європейського освітянського простору». – Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Дод. 4, т. III. – 2009. – С. 459–470.

423. Рева О. М. Системи переваг викладачів на множині характерних рис недисциплінованої поведінки студентів-юристів / О. М. Рева, А. А. Чабак, О. І. Оліфіренко, Л. А. Сагановська // Проблеми освіти : наук.-метод. зб. – 2005. – № 168. – С. 168–178.

424. Рева О. М. Теоретичні засади виявлення основної домінанти діяльності інвесторів / О. М. Рева, Л. М. Амірсеїдова, І. М. Суворова // Вчені записки Університету «КРОК». – . - 2009. - Вип. 19. – С. 215–224.

425. Рева О. М. Теоретичні засади виявлення ставлення студентів до результатів навчання / О. М. Рева, Д. Л. Марченко, С. О. Дудник // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании – 2007 : сб. науч. тр. по материалам междунауч.-практ. конф. (Одесса, 15–25 дек. 2007 г.). – Одесса : Черноморье, 2007. – Т. 15: Педагогика, психология и социология. – С. 68–75.

426. Рева О. М. Узагальнений аналіз результатів вихідних вимірювань і оцінок недисциплінованої поведінки студентів / О. М. Рева, А. А. Чабак // Україна – Польща: наукові студії сусідів-партнерів. – Вип. 3 з нагоди Року Польщі в Україні. – Кіровоград ; Кошалін : Імекс ЛТД, 2004. – С. 300–309.

427. Рева О. М. Формування 100-бальної шкали кваліметрії знань студентів ВНЗ як однокрокова задача прийняття рішень з векторним показником ефективності / О. М. Рева, В. В. Федієнко // Педагогіка. Психологія. Медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту / под ред. С. С. Єрмакова. – Харків : Харківська державна академія дизайну і мистецтв, 2006. – № 11. – С. 98–102.

428. Рева О. М. Шляхом Болонського процесу : Моделі переходу з української 4-бальної до європейської «полегшеної шкали оцінювання» рівнів навчальних досягнень студентів / О. М. Рева, В. В. Федієнко // Педагогіка і психологія формування творчої особистості: Проблеми і пошуки : зб. наук. пр. – Запоріжжя : ІППО, 2006. – Вип. 39. – С. 327–333.

429. Рева О. М. Шляхом Болонського процесу: 100-бальна шкала – універсальна основа створення різноманітних оціночних систем / Н. О. Василенко, О. М. Рева, В. В. Федієнко // Наукові записки : зб. наук. статей Кіровоградського держ. пед. ун-ту ім. Володимира Винниченка. – Вип. 74. – Кіровоград : КДПУ імені В. Винниченка, 2007. – С. 43–57.



430. Рева О. М. Шляхом Болонського процесу: комплекс моделей кваліметрії і узгодженості рівнів навчальних досягнень студентів у різних оцінних системах / О. М. Рева, В. В. Федієнко // Проблеми освіти : наук.-метод. зб. – Київ : ПТЗО, 2007. – Вип. 50. – С. 3–7.

431. Рева О. М. Шляхом Болонського процесу: Методологічні засади формування терм-множини лінгвістичної змінної «Рівень навчальних досягнень» / Н. О. Василенко, О. М. Рева, В. В. Федієнко // Наукові записки : зб. наук. ст. Нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова. – Вип. LXII. – Київ : КПУ ім. М. П. Драгоманова, 2006. – С. 40–55.

432. Рева О. М. Шляхом Болонського процесу: Модель оцінювання знань студентів в умовах запровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу / О. М. Рева, В. В. Федієнко // Педагогіка і психологія формування творчої особистості: проблеми і пошуки : зб. наук. пр. – Запоріжжя : ІППО. – Вип. 44. – С. 250–260.

433. Рева О. М. Шляхом Болонського процесу: Рівень домагань викладачів на множині об'єктивних успіхів студентів в умовах запровадження 100-бальної шкали вимірювання знань / О. М. Рева, Н. О. Василенко, В. В. Федієнко // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту / под ред. С. С. Єрмакова. – Харків : Харківська державна академія дизайну і мистецтв, 2006. – № 9. – С. 128–135.

434. Рева О. М. Шляхом болонського процесу: статистично-імовірнісні моделі кваліметрії та узгодженості рівнів навчальних досягнень студентів у різних оціночних системах / О. М. Рева, Н. О. Василенко, В. В. Федієнко // Актуальні проблеми і перспективи розвитку вищої освіти в Україні : зб. матеріалів VIII наук.-практ. конф. (Кіровоград, 23 листоп. 2007 р.). – Кіровоград : КЖ, ПВНЗ «СП ПА», 2008. – С. 39–49.

435. Рева О. М. Рівень домагань як критерій ставлення майбутніх авіадиспетчерів до пропусків занять / О. М. Рева, В. В. Камишин, А. М. Панасюк // Качество технологий – качество жизни : материалы III Междунар. наук.-практ. конф. (Харьков, 14–16 апр. 2011 г.). – Харків : УІПА, 2011. – С. 45–46.

436. Рева О. М. Психолого-педагогічна “норма” статистичної оцінки недисциплінованості студентів / О. М. Рева, І. А. Добрянський, А. А. Чабак // Створення системи забезпечення психологічної та психофізіологічної надійності персоналу. Організація та проведення психо-профілактичної роботи в органах внутрішніх справ України : матеріали III Всеукр. наук.-практ. семінара – Київ : КЮІ МВС України, 2005. – С. 141–153.

437. Рева О. М. Рівень домагань авіадиспетчерів на показниках робочого навантаження / О. М. Рева, Б. М. Мірзоев, П. Ш. Мухтаров, Ш. Ш. Насіров // Авіаційно-космічна техніка і технологія : наук.-техн. журн. – 2013. – № 8 (105). – С. 273–281.

438. Різун Н. О. Алгоритм вдосконалення методики оцінки якості педагогічних тестів / Н. О. Різун // Теорія та методика навчання та виховання 2013. – Вип. 33. – С. 163–176.

439. Роббинз С. П. Основы организационного поведения / С. П. Роббинз ; пер. с англ. – 8-е изд. – М. : Вильямс, 2006. – 448 с.
440. Розенберг Н. М. Проблемы измерений в дидактике / Н. М. Розенберг ; под ред. Д. А. Сметанина. – Київ : Вища школа, 1979. – 175 с.
441. Ромадина О. Г. Методика оценки сложности учебных задач по информатике / О. Г. Ромадина, Е. А. Ракитина // Вопросы современной науки и практики. – 2010. – № 10–12 (31). – С. 146–151.
442. Романюк В. В. Програмний МАТЛАБ-МОДУЛЬ для побудови колективного порядку з використанням узагальненого правила Борда у суспільно-економічних задачах ранжування за допомогою методів голосування / В. В. Романюк, В. П. Нездоровін // Наука й економіка : наук. журн. – 2011. – № 1 (21). – С. 163–170.
443. Рубинштейн С. Л. Очерки, воспоминания, материалы / С. Л. Рубинштейн. – М. : Наука, 1989. – 446 с.
444. Рубинштейн С. Я. Экспериментальные методики патопсихологии / С. Я. Рубинштейн. – М. : ЭКСМО-Пресс, 1999. – 484 с.
445. Рудинский И. Д. Статистические методы вывода оценки результатов автоматизированного тестирования [Электронный ресурс] / И. Д. Рудинский, С. В. Грушецкий // Информационные технологии в образовании : материалы междунар. конф.-выставки. – М., 2003. – Режим доступа : URL: <http://www.ito.su/2003/VI/VI-0-2188.html>. – Загл. с экрана.
446. Рыжков Ф. Н. Надежность технических систем и управление риском / Ф. Н. Рыжков, В. И. Томаков. – Курск, 2000. – 560 с.
447. Рыков А. С. Модели и методы системного анализа: принятие решений и оптимизация : учеб. пособие / А. С. Рыков. – М. : Изд-во МИСиС ; Руда и металлы, 2005. – 352 с.
448. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 314 с.
449. Савонько Е. И. Возрастные особенности соотношения ориентации на самооценку и на оценку другими людьми / Е. И. Савонько // Изучение мотивации поведения детей и подростков : сб. экспериментальных исследований / ред.: Л. И. Божович, Л. В. Благоннадежина. – М. : Педагогика, 1972. – С. 81–111.
450. Сагитова Н. С. Квалитативная составляющая дополнительной профессиональной подготовки / Н. С. Сагитова // Кадровое обеспечение инновационных процессов в экономике и образовании России : материалы IX Всерос. конф. (Казань, 10–11 окт. 2008 г.). – Казань, 2008. – С. 251–254.
451. Самохвалов Ю. Я. Экспертное оценивание: методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко. – К. : ДУИКТ, 2007. – 362 с.
452. Сваровский С. Т. Аппроксимация функций принадлежности значений лингвистической переменной / С. Т. Сваровский // Математические вопросы анализа данных. – Новосибирск : СЦСО АН СССР, 1980. – С. 127–131.

453. *Свенцицкий А. П.* Социальная психология управления : учеб. пособие / под ред. Е. С. Кузьменко. – Л. : ЛГУ им. Жданова, 1986. – 175 с.
454. *Селезнева Н. А.* Качество высшего образования как объект системного исследования: лекция–доклад / Н. А. Селезнева // – М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2003. – 95 с.
455. *Семенов В. Е.* Компьютерный социально-педагогический мониторинг и информационно-аналитическая поддержка национального проекта «Образование». Опыт Санкт-Петербурга / М. А. Вус, В. Е. Семенов, Р. М. Юсупов, Д. И. Ходаков // Дистанционное и виртуальное обучение : науч. журн. – 2008. – № 9. – С. 4–6.
456. *Семкин Б. В.* Инновационный информационно-энтропийный метод шкалирования результатов тестирования / Б. В. Семкин, М. И. Стальная, А. В. Ведманкин // Ползуновский вестник. – 2012. – № 3–2. – С. 74–77.
457. *Середа Г. К.* Инженерная психология / Г. К. Середа, С. П. Бочарова, Г. В. Репкина, Б. А. Смирнов ; под ред. Г. К. Середы. – К. : Вища школа, 1976. – 308 с.
458. *Симонов П. В.* Теория отражения и психофизиология эмоций / П. В. Симонов. – М. : Наука, 1970. – 131 с.
459. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник : учеб. пособие для вузов / под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – М. : Высшая школа, 2004. – 616 с.
460. Системы высшего образования стран Запада. – М. : УДН, 1991. – 353 с.
461. *Сіроштан О. В.* Система мотивів учасників навчально-виховного процесу / О. В. Сіроштан // Наукові праці академії : зб. наук. пр. – Кіровоград : ДЛАУ, 2006. – Вип. XI. – С. 310–317.
462. *Сіроштан О. В.* Сучасні проблеми кваліметрії навчально-виховного процесу / О. В. Сіроштан // Наукові праці академії : зб. наук. пр. – Кіровоград : ДЛАУ, 2005. – Вип. IX. – С. 151–163.
463. *Сіроштан О. В.* Формування терм-множини лінгвістичної змінної «рівень пропусків занять» студентами / О. В. Сіроштан // Професійна підготовка авіаційних спеціалістів в світлі сучасних вимог – 2006 : зб. наук. пр. за матеріалами Міжнар. наук.-практ. конф. – Кіровоград : ДЛАУ, 2006. – С. 201–206.
464. *Скляр П. П.* Мотивація навчальної діяльності студентів / П. П. Скляр // Соціальна психологія. – 2004. – № 5. – С. 98–108.
465. *Славина Л. С.* Трудные дети: Избранные психологические труды / Л. С. Славина ; под ред. В. Э. Чудновского. – М. : МПСИ ; Воронеж : МОДЭК, 2006. – 496 с.
466. Словарь иностранных слов. – М. : Русский язык, 1989. – 624 с.
467. *Смирнов С. Д.* Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности / С. Д. Смирнов. – М. : Аспект-Пресс, 1995. – 271 с.
468. *Соловов А. В.* Проектирование компьютерных систем учебного назначения : учеб. пособие / А. В. Соловов. – Самара : СГАУ, 1995. – 138 с.
469. *Соловов А. В.* Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология / А. В. Соловов. – Самара : Новая техника. 2006. – 464 с.

470. *Сорочинська В. Є.* Соціально-педагогічні детермінанти професійного становлення студентів ВНЗ [Електронний ресурс] / В. Є. Сорочинська. – Режим доступу: [www.agronmc.com.ua](http://www.agronmc.com.ua). – Загл. с екрана.
471. *Сохор А. М.* О методах количественной оценки эффективности учебных обобщений / А. М. Сохор // Советская педагогика. 1977. – № 2. – С. 28–32.
472. Социально-этические проблемы управленческой деятельности / отв. ред.: К. К. Грищенко, Н. И. Михальченко. – К. : Наукова думка, 1980. – 222 с.
473. *Спасенников В. В.* Выбор оптимального варианта комплектования малых групп с учетом совместимости и срабатываемости / В. В. Спасенников // Социально-психологические методы практической работы в коллективе: (Диагностика и воздействие) : сб. науч. тр. – М. : ИПАН, 1990. – С. 46–58.
474. Статистический подход к принятию решений по результатам тестирования для тестов открытой формы [Электронный ресурс] / В. Б. Моисеев, В. В. Усманов, К. Р. Таранцева, Л. Г. Пятирублевый // Открытое образование. – 2001. – № 1. – Режим доступу: [http://www.mesi.ru/joe/N1\\_01/mo.html](http://www.mesi.ru/joe/N1_01/mo.html). – Загл. с екрана.
475. *Стефанюк В. Л.* Введение в интеллектуальные обучающие системы / В. Л. Стефанюк. – М. : РУДН, 2002. – 204 с.
476. *Субетто А. И.* Введение в квалиметрию высшей школы. – Кн. 1. Общие основания квалиметрии высшей школы / А. И. Субетто. – М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1991. – 84 с.
477. *Сулима О. П.* Психологічний аналіз управління навчально-виховним процесом у вищій школі [Електронний ресурс] / О. П. Сулима. – Режим доступу : [psyh.kiev.ua](http://psyh.kiev.ua). – Загл. с екрана.
478. *Супес П.* Основы теории измерений / П. Супес, Р. Зинес // Психологические измерения. – М. : Мир, 1967. – С. 9–110.
479. *Суходольский Г. В.* Основы математической статистики для психологов / Г. В. Суходольский. – СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1998. – 464 с.
480. *Сушков И. Р.* Программа психологической диагностики личности руководителей производственных коллективов / И. Р. Сушков, Н. Р. Романова // Социально-психологические методы практической работы в коллективе: Диагностика и воздействие : сб. науч. тр. – М. : ИПАН, 1990. – С. 73–85
481. *Тарасенко Ф. П.* Непараметрическая статистика / Ф. П. Тарасенко. – Томск : ТГУ, 1976. – 293 с.
482. *Таха Х. А.* Введение в исследование операций / Х. А. Таха ; пер. с англ. – 6-е изд. – М. : Вильямс, 2001. – 912 с.
483. *Телегина Э. Д.* О влиянии значимости мотива на процесс решения мыслительных задач / Э. Д. Телегина, Т. Г. Богданова // Вопросы психологии – 1980. – № 1. – С. 121–124.
484. *Телепова Т. П.* Методика оценки учебных задач по свойству сложности как системный аспект педагогической диагностики / Т. П. Телепова, С. Б. Пет-

ров // Известия Уральского федерального университета. – 2012. – Т. 98, № 1. – С. 114–122. – (Серия 1 «Проблемы образования, науки и культуры»).

485. Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи / В. Н. Волкова, В. А. Воронков, А. А. Денисов [и др.]. – М. : Радио и связь, 1983. – 248 с.

486. Технологія оцінювання тестов в залежності від типу і рівня складності тестових завдань на основі інтегрованої моделі / М. Ф. Бондаренко, В. В. Семенец, Н. В. Белоус [и др.] // International Book Series «Information Science and Computing». – Sofia : Human Aspects of Artificial Intelligence, 2009. – No 12. – С. 55–62.

487. Технологічні платформи підтримки навчально-пізнавальної діяльності учнів на основі сучасних інформаційних технологій : монографія / за ред. В. В. Камишина, О. Є. Стрижака. – Київ : Інформ. системи, 2009. – 154 с.

488. Толстова Ю. Н. Математико-статистические модели в социологии / Ю. Н. Толстова. – М. : Изд-во: ГУ ВШЭ, 2008. – 244 с.

489. Третьяков П. И. Школа: управление по результатам. Практика педагогического менеджмента / П. И. Третьяков, Е. Г. Мартынов. – М. : Новая школа, 2001. – 320 с.

490. Трофімов Ю. Л. Психологія : підручник / Ю. Л. Трофімов, В. В. Рибалка, П. А. Гончарук [та ін.] ; за ред. чл.-кор. АПН України Ю. Л. Трофімова. – Київ : Либідь, 2005. – 560 с.

491. Трухаев Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р. И. Трухаев. – М. : Наука, 1981. – 258 с.

492. Уёмов А. И. Системный подход и общая теория систем / А. И. Уёмов. – М. : Мысль, 1978. – 272 с.

493. Уманский Л. И. Психология организаторской деятельности / Л. И. Уманский. – М. : Наука, 1980. – 231 с.

494. Федієнко В. В. Кваліметрія знань студентів як задача прийняття рішення в умовах невизначеності / В. В. Федієнко // Професійна підготовка авіаційних спеціалістів в світє сучасних вимог : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – Кировоград : ГЛАУ, 2006. – С. 34–40.

495. Федієнко В. В. Шляхом Болонського процесу: Кваліметрія знань студентів у 12-бальній шкалі в умовах запровадження об'єктивного тестового контролю / В. В. Федієнко // Педагогіка і психологія формування творчої особистості: проблеми і пошуки : зб. наук. пр. – 2007. – Вип. 43. – С. 329–336.

496. Федієнко В. В. Шляхом Болонського процесу: методи побудови функції належності лінгвістичної змінної «Рівень навчальних досягнень» / В. В. Федієнко // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : наук. монографія / под ред. С. С. Єрмакова. – Харків : Харківська державна академія дизайну і мистецтв, 2006. – С. 120–127.

497. Федієнко В. В. Шляхом Болонського процесу: модель переведення академічних успіхів студентів зі 100-бальної у європейську «полегшену шкалу

оцінювання» / В. В. Федієнко // Європейська наука XXI століття: Стратегія і перспективи розвитку : матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. (Дніпропетровськ, 22–31 трав. 2006 р.). – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2006. – Т. 13: Проблеми підготовки спеціалістів. – С. 20–28.

498. *Федієнко В. В.* Шляхом Болонського процесу: Підході до кваліметрії знань студентів в умовах кредитно-модульної системи / В. В. Федієнко // Актуальні проблеми сучасних наук: теорія і практика – 2006 : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. (Дніпропетровськ, 16–30 черв. 2006 р.). – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2006. – Т. 8: Педагогічні науки. – С. 11–19.

499. *Федієнко В. В.* Шляхом Болонського процесу: Порівняльний аналіз ефективності шкал вимірювання і оцінювання знань / В. В. Федієнко // Наукові праці академії. – Вип. IX. – Кіровоград : ДІАУ, 2005. – С. 212–232.

500. Философский энциклопедический словарь / гл. ред.: Л. Ф. Ильичев, П. Н. Федосеев [и др.] – М. : Советская энциклопедия, 1983. – 836 с.

501. *Фишберн П.* Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн ; пер. с англ. – М. : Наука, 1978. – 352 с.

502. *Фоменко Ю. М.* Проблема інформаційного забезпечення інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень авіадиспетчерів на рівні вертикальної декомпозиції / Ю. М. Фоменко // АВІА-2006 : матеріали VII Міжнар. наук.-техн. конф. – Т. 1: Науковий напрям 2. Аерокосмічні системи моніторингу та керування. – Київ : НАУ, 2006. – С 22.109–22.112.

503. *Фон Нейман Дж.* Теория игр и экономическое поведение / Дж. Фон Нейман, О. Моргенштерн. – М. : Наука, 1970. – 708 с.

504. *Франкл В. Э.* Человек в поисках смысла / В. Э. Франкл ; пер. с англ. та нем. – М. : Прогресс, 1990. – 368 с.

505. *Фрейд З.* Психология бессознательного / З. Фрейд. – М. : Просвещение, 1990. – 448 с.

506. *Фридман Л. М.* О корректном применении статистических методов в психолого-педагогических исследованиях / Л. М. Фридман // Советская педагогика. – 1971. – № 3. – С. 43–48.

507. *Хекхаузен Х.* Мотивация и деятельность / Х. Хекхаузен ; пер. с нем. – СПб. : Питер, 2003. – 860 с.

508. *Хекхаузен Х.* Психология мотивации достижения / Хайнц Хекхаузен ; пер. с англ. – СПб. : Речь, 2001. – 256 с.

509. *Ходаков В. Є.* Вступ до комп'ютерних наук : навч. посіб. / В. Є. Ходаков, Н. В. Пилипенко, Н. А. Соколова ; за ред. В. Є. Ходакова. – Київ : Центр навчальної літератури, 2005. – 496 с.

510. *Циба В. Т.* Основи теорії кваліметрії : навч. посіб. / В. Т. Циба. – Київ : ІЗМН, 1997. – 160 с.

511. *Цымбалюк Е. С.* Международные стандарты в компьютерном тестировании знаний / Е. С. Цымбалюк, Б. Г. Шеховцов // Образование и виртуальность –

2005 : сб. науч. тр. 9-ой Междунар. конф. Украинской ассоциации дистанционного образования / под общ. ред.: В. А. Гребенюка, В. В. Семенца. – Харьков ; Ялта : УАДО, 2005. – С. 299–302.

512. *Чельшкова М. Б.* Теория и практика конструирования педагогических тестов / М. Б. Чельшкова. – М. : Логос, 2002. – 432 с.

513. *Черепанов В. С.* Экспертные оценки в педагогических исследованиях / В. С. Черепанов. – М. : Педагогика, 1989. – 152 с.

514. *Черчмен .* Введение в исследование операций / У. Черчмен, Р. Акофф, Л. Арноф ; пер. с англ. – М. : Наука, 1968. – 486 с.

515. *Чуев В. И.* Прогнозирование количественных характеристик процессов / В. И. Чуев, Ю. Б. Михайлов, В. И. Кузьмин. – М. : Советское радио, 1975. – 400 с.

516. *Шапиро Д. И.* Принятие решений в системах организационного управления: Использование расплывчатых категорий / Д. И. Шапиро. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 184 с.

517. *Шахських Ю. Г.* Психологія і педагогіка : навч. посіб. / Ю. Г. Шахських. – Львів : Магнолія плюс, 2006. – 320 с.

518. *Шегда А. В.* Менеджмент : навч. посіб. / А. В. Шегда. – Київ : Знання, 2002. – 583 с.

519. *Шеридан Т. Б.* Системы человек-машина: Модели обработки информации, управления и принятия решений человеком-оператором / Т. Б. Шеридан, У. Р. Феррел ; под ред. К. В. Фролова ; пер. с англ. – М. : Машиностроение, 1980. – 400 с.

520. *Шибанов Г. П.* Количественная оценка деятельности человека в системах «человек-техника» / Г. П. Шибанов. – М. : Машиностроение, 1983. – 263 с.

521. *Шинкарук В. Д.* Здійснення процедур із забезпечення якості, акредитації, ліцензування та рейтингування вищих навчальних закладів України з використанням європейського досвіду : навч.-довідкове вид. / В. Д. Шинкарук, М. В. Михайліченко, В. П. Шевченко. – Київ ; Донецьк : ДонНУ, 2008. – 235 с.

522. *Шкатулла Владимир.* Перераспределение полномочий между органами управления образованием / Владимир Шкатулла // Народное образование. – 2008. – № 9. – С. 87–90.

523. *Шпільовій В. Д.* Створення тестів та проведення тестового контролю якості підготовки / В. Д. Шпільовій, В. Г. Жила. – Луганськ : СУДУ, 1997. – 78 с.

524. *Штовба С. Д.* Проектирование нечетких систем средствами MAT-LAB / С. Д. Штовба. – М. : Горячая линия ; Телеком, 2007. – 288 с.

525. *Щекин Г.* Социальное управление как система / Г. Щекин // Проблемы теории и практики управления. – 1999. – № 2. – С. 114–121.

526. *Эдвардс У.* Принятие решений / У. Эдвардс // Человеческий фактор : в 6-ти т. – Т. 3. Моделирование деятельности, профессиональное обучение и отбор операторов. – Ч. I. – Модели психической деятельности. – М. : Мир, 1991. – С. 5–89.

527. Юферева Т. И. Роль самооценки в регуляции поведения младших школьников : автореф. дис. ... канд. психол. наук : спец. 13.00.01 / Т. И. Юферева – М. : МГУ им. М. В. Ломоносова, 1977. – 17 с.
528. Якобсон П. М. Психологические проблемы мотивации поведения человека / П. М. Якобсон. – М. : Политиздат, 1969. – 317 с.
529. Якунин В. А. Психология учебной деятельности студентов : учеб. пособие / В. А. Якунин. – М. ; СПб., 1994. – 156 с.
530. Яновский Г. Г. Качество обслуживания в сетях IP / Г. Г. Яновский // Вестник связи. – 2008. – № 1. – С. 1–16.
531. Яценко Н. Е. Толковый словарь обществоведческих терминов / Н. Е. Яценко. – СПб. : Лань, 1999. – 524 с.
532. Caisin S. E-learning in Educational Management / S. Caisin, P. Gaugash // International Sub-Regional Seminar «The Use of Distance Education – and Information and Communication Technologies in Teacher Education: Trends, Policy and Strategy Considerations», (Kiev, 21–23 November 2002) – Kiev, 2002. – P. 87–89.
533. Cooper G. E. Understanding and interpreting pilot opinion / G. E. Cooper // Aeronautical Engineering Review. – 1957. – No 3. – P. 47–51.
534. France: Summary sheets on education systems in Europe.
535. Hodgkinson Christopher. A New Taxonomy of Administrative Process / Christopher Hodgkinson // The Journal of Educational Administration. – 1981. Vol. 19. – 142 p.
536. Hoppe F. Erfolg and Misserfolg / F. Hoppe // Psychol. Forsch. – 1930. – Bd. 14. – P. 162.
537. Information and Communication Technologies in Education / A Planning Guide, UNESCO, Division of Higher Education. – 2002. – 235 p.
538. Jensen R. S. Aeronautical Decision Making for Instrumental Pilot / R. S. Jensen, J. Andrien, R. Lawton. – DOT / FAA / PM-86 / 42. – 186 p.
539. Jucknat M. Leistung Anspruchsniveau und Selbstbewusstsein / M. Jucknat // Pshyhol. Forsch. – 1937–1938. – Bd. 22. – P. 89–129.
540. Kamyshyn V. Informational technology for young students' learning to participate in scientific competitions / N. Polikhun, V. Kamyshyn // Healthcare Systems Ergonomics and Patient Safety (HEPS 2011) : abstracts book of the 3rd international conference, 22–24 June 2011., Oviedo, Spain. – London : Taylor & Francis Group, 2011. – P. 274–275.
541. Kudrjavtceva S. Telematics-based education in Ukraine: experience, problems and perspectives / S. Kudrjavtceva, V. Kolos // Int. J. Cont. Engineering Education and Lifelong Learning. – 2001. – Vol. II, No 4. – P. 442–458.
542. Lord F. M. Application of Item Response Theory to Practical Testing Problems / F. M. Lord, N. Hillsdale // J. Lawrence Erlbaum Ass. – Publ. 1980. – 266 p.
543. Miller G. The magical number seven, plus or minus two : some limits on or capacity for processing information / G. Miller // Psychological Review. – 1956. – No 63. – P. 81–97.



544. *O'Rourke J.* Roles and Competencees in Distance Education / Roles J. O'Rourke // The Commonwealth of Learning. – 1993. – 35 p.
545. Quality procedurs in European Higher Education An ENQA survey ENQA Occasional Papers 5 European Network for Quality Assurance in Higher Education [Electronic resource]. – Helsinki, Finland, 2003. – 41 p. – URL : <http://www.enqa.eu/files/procedures.pdf>. – Title from the screen.
546. *Rasch G.* On Specific Objectivity: An Attempt of Formalizing the Request for Generality and Validity of Scientific Statements / G. Rasch // Danish Yearbook of Philosophy. – 1977. – Vol. 14. – P. 58–94.
547. *Rasch G.* Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests / G. Rasch // Expanded Edition with Foreword and Afterword / by B. D. Wright. – Chicago : University of Chicago Press, 1980. – P. 187–192.
548. *Regenwetter M.* Approval voting, Borda Winners and Condorcet Winners: Evidence from seven Elections / M. Regenwetter, B. Grofman // Management Science. – 1998. – Vol. 44. – No 4. – P. 386–396.
549. *Saaty T. L.* Measuring the fuzzines of sets / T. L. Saaty // Journ. Cybernetics. – 1974. – Vol. 4, No 4. – P. 53–61.
550. *Tannenbaum P.* Excursions in Modern Mathematics / P. Tannenbaum, R. Arnold. – N-J : Prentis-Hall Inc., 1992. – P. 101–115.
551. The Encyclopedia of Higher Education, V. 1, Pergamon Press, 1992. – 1024 p.
552. Tuning Project. [Electronic resource]. – URL: <http://www/let.rug.nl/Tuning-Project/index.Htm>. – Title from the screen.
553. *Viell J. P.* The impact of research on educational change / J. P. Viell. – Ottawa : International Development Research Centre, 1981. – P. 55–64/
554. *Zadeh L. A.* A fuzzy algorithmic approach to the definition of complex or imprecise concepts / L. A. Zadeh // Intern. Journal Man-Machin Studies. – 1976. – Vol. 8. – No 3. – P. 249–291.
555. *Zadeh L. A.* Outline of a new approach to the analyses of complex system and decision processes / L. A. Zadeh // IEEE Trans. System Man Cybernetics. – 1973. – Vol. 3, No 1. – P. 28–44.

*Наукове видання*

КАМИШИН Володимир Вікторович  
РЕВА Олексій Миколайович

**МЕТОДИ І МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ  
РОЗВИТКОМ АКАДЕМІЧНОЇ ОБДАРОВАНОСТІ**

Монографія

Редагування: Ласкова-Ярмоленко Анастасія  
Комп'ютерний дизайн і верстка: Топап Олександр

Підписано до друку 04.12.2018 р. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Папір офс. 80 г/м<sup>2</sup>. Друк цифровий. Умов. друк. арк. 15,46  
Наклад 300 прим. Зам. № 0212

**Видано за рахунок державних коштів  
Продаж заборонено**

---

Інститут обдарованої дитини НАПН України  
04053, вул. Січових Стрільців, 52-Д, м. Київ, Україна  
тел./факс: (044) 481-27-02  
E-mail: iod.napn@ukr.net

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єкта видавничої справи  
серія ДК №6081 від 14.03.2018 р.